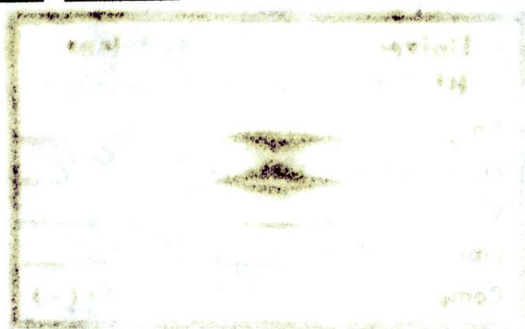


**ELABORACIÓN DE GALLETAS HORNEADAS  
FORTIFICADAS CON MÚSCULO DE PESCADO MARGINAL,  
(MACABI (Elops saurus), PARA CONSUMO HUMANO**



**JOAQUÍN ALBERTO POMARES BIAISE  
FREDDY TERNERA SANTO DOMINGO**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA PESQUERA  
SANTA MARTA D.T.C.H**

**1998**

~~P784c~~  
~~Fes-1106 I.P.~~  
IP 00092

**ELABORACIÓN DE GALLETAS HORNEADAS  
FORTIFICADAS CON MÚSCULO DE PESCADO MARGINAL,  
(MACABI (Elops saurus), PARA CONSUMO HUMANO**

**JOAQUÍN ALBERTO POMARES BIAISE  
FREDDY TERNERA SANTO DOMINGO**

**Proyecto de Memoria de Grado Presentado a la Universidad del  
Magdalena para optar al título de Ingeniero Pesquero**

**Director  
ARMANDO LACERA RÚA  
Químico Universidad Nacional,  
Ms s. Ciencias y Tecnologías de Alimentos**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA PESQUERA  
SANTA MARTA D.T.C.H  
1998**



024838

**Artículo 147 Literal “F” del reglamento Interno de la  
Universidad del Magdalena**

**El presidente de memoria de Grado y el Consejo Examinador no  
serán responsables de las ideas y criterios emitidos por los  
autores**

## **NOTA DE ACEPTACION**

---

---

---

---

**Omar Carreño Montoya**

**Ingeniero Pesquero**

**Jurado**

---

**Andrés Fernández Quintero**

**Ingeniero Pesquero**

**Jurado**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Especialmente a:**

**La Universidad del Magdalena por permitirnos entrar en su seno, convirtiéndose en nuestro segundo hogar.**

**Todos los profesores del programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena, por ser los pilares de nuestra formación profesional.**

**Armando Iacera Rúa, Químico de la Universidad Nacional M. sc. En ciencias y tecnologías de alimentos, por su tiempo, apoyo, confianza y aportes determinantes en la culminación de este trabajo.**

**Omar Carreño Montoya Ingeniero Pesquero por su gran ayuda profesional y su valiosa amistad.**

**Andrés Fernández Quintero Ingeniero Pesquero quién colaboró en forma importante en este trabajo.**

**Felix de Jesús Cuello B. Por su invaluable cooperación y aportes durante todo el tiempo de ejecución de este trabajo.**

**Gloria de León estudiante de grado del programa de Ingeniería Pesquera por su ayuda y apoyo.**

**Francisco Ojeda por su cooperación y solidaridad.**

**Guillermo Gutiérrez, Ingeniero Pesquero por su gran amistad y apoyo.**

**Pedro Eslava Elhajeik Ingeniero Pesquero por su colaboración desinteresada.**

**Charles Olaya Nieto Ingeniero Pesquero, por su disponibilidad a escuchar y aportar incondicionalmente.**

**Ruby Corbacho Ingeniero Pesquero por su aporte a la fundamentación de este trabajo.**

**Al personal de la panadería “Versalles”**

**Edith Gordon, Rosalba Campo y Rafael Garcia por estar todo el tiempo con nosotros.**



**Victor Marquez Zaldua Ingeniero Pesquero, Por su apoyo.**

**Eduardo Cabrera Duran Ingeniero Pesquero, especialista en ciencias y tecnología de alimentos por sus valiosos consejos.**

**José Pacheco Ricaurte, Licenciado en Química, especialista en ciencias y tecnología de alimentos.**

**Juan Carlos de la Rosa, Juan Carlos Tolosa, Rocío Tijaro, Mauricio Hung, Wiston Madero, Saeko Gaitan, Indira Vides Liliana Recuero, Carmen Vega, Lorena, Anabel, Edgar Pérez, Daniel Ojeda, Federico Varela, Joaquín y Luis Fernando Ballesteros, Anselmo Marin, Carlos Arregoces, Wilson Rivera, Evaristo Locarno, Gladis Ruiz, Aura Socarras, Aracelis de Cabarcas, Omar Suarez, Julio, Posuelo, Francisco Melendez, Clarisa, Bado, Willin Pimienta, Ricardo Mendoza, Indira Banguero, Manuel Manjarrez e Eivett, la nena, Claudia Martínez, Carmen Alicia, Francisco Rodríguez, Luis Nieto, María Viloría y a todos y a cada uno de mis amigos mencionados y no mencionados porque aunque el papel se agota siempre estaremos para ayudarnos.**

*Dedico a:*

*Mi madre Ursula Natalia Blaise DelZin (2.E.P.D.)*

*Mi padre Cesar Antonio Pomares Acosta (2.E.P.D.)*

*Mi hermana Mirian Lorena Varguez Blaise ya que a ella le debo todo lo que soy.*

*Anett Sarabia por siempre una amistad.*

*Jackie*

*Dedico a:*

*A al memoria de mi Padre Victor Augusto ternera (Q.E.P.D.)*

*A mi madre Elmilce Santo domingo.*

*A mi hermano Cesar Augusto. Que ha sido mi segundo Papa.*

*Mis hermanos Raul, Jorge, Libia, Zuleima y Felix ternera Santo domingo.*

*Mis sobrinos: Victoria T. Cesar Andres; Andrea C. Veronica Diana, Natalia; Fernando Enrique; Victor Raul; Maria Felix y Andres Camilo.*

*Mi Abuela Regina*

*Tios, Tias Primos y Primas.*

*Compañeros de Univerisidad:*

*Yolanda, Alba, Franck; Juan C. Willian; Pacho; Arango, Nilson; Shirley; Bado; Pavajeu;*

*Y demas compañeros*

*Fredy Ternera*

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 INTRODUCCION	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 ANTECEDENTES	3
2 MARCO TEORICO CONCEPTUAL	7
2.1 ASPECTOS GENERALES	7
2.1.1 ESPECIES MARGINALES	7
2.1.2 MATERIA PRIMA “MACABÍ” ( <i>ELOPS SAURUS</i> )	9
2.1.3 LA PULPA DE PESCADO	9
2.1.4 LA HARINA	10
2.1.5 LEVADURA	12
2.1.6 EL AZÚCAR	13
2.1.7 GLUCOSA	14
2.1.8 LAS GRASAS	14
2.1.9 EL HUEVO	15
2.1.9.1 COMPOSICIÓN FÍSICA	16
2.1.10 LA LECHE	17
2.1.11 LA SAL	19
2.2 LAS ENZIMAS Y SUS EFECTOS	20
2.3 PRINCIPIOS EN LA ELABORACION DE PRODUCTOS PANIFICADOS	22



2.4	ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS	24
2.5	PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA DE CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS (HACCP)	26
2.6	DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL	26
2.6.1	MEDIDAS DE EVALUACIÓN SENSORIAL	27
3	IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION	28
4	OBJETIVOS	29
4.1	OBJETIVO GENERAL	29
4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	29
5	FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS	31
6	DISEÑO METODOLOGICO	32
6.1	GENERALIDADES	32
6.2	PROCEDIMIENTO GENERAL	33
6.3	ENSAYOS PRELIMINARES	33
6.4	ENSAYOS TÉCNICOS	34
6.4.1	ADQUISICIÓN DE MATERIA PRIMA	35
6.4.2	SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA PESQUERA	36
6.4.3	EVISGERADO	36
6.4.4	DESPULPADO	37
6.4.5	LAVADO	38
6.4.6	PESAJE	40
6.5	ETAPAS EN LA ELABORACION DE LAS GALLETAS	40
6.5.1	DOSIFICACIÓN	40
6.5.2	HOMOGENIZACIÓN	45
6.5.3	MEZCLADO	46
6.5.4	MOLDEADO	46



6.5.5 HORNEADO	46
6.5.6 REPOSO	46
6.5.7 EMPAQUE	47
6.5.8 ALMACENADO	48
6.6 METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	48
6.6.1 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	48
6.6.2 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA	49
6.6.3 DETERMINACIÓN DE GRASA	50
6.6.4 DETERMINACIÓN DE CENIZAS	50
6.6.5 DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS:	51
7 VARIABLES DEL ESTUDIO	52
8 ESPACIO GEOGRAFICO Y TEMPORAL DEL ESTUDIO	54
9 RESULTADOS Y DISCUSION	55
9.1 GENERALIDADES	55
9.1.1 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	57
9.2 DISTRIBUCIÓN AMINOCÍDICA TEÓRICA	62
9.2.1 DISTRIBUCIÓN AMINOCÍDICA EN LA FORMULACIÓN BASE DE GALLETAS HORNEADAS.	62
9.2.2 DISTRIBUCIÓN AMINOCÍDICA EN GALLETAS HORNEADAS, ELABORADAS SEGÚN LA FORMULACIÓN BASE.	69
9.2.3 DISTRIBUCIÓN AMINOCÍDICA EN FORMULACIÓN DE GALLETAS HORNEADAS SUSTITUYENDO HARINA DE TRIGO POR MÚSCULO DE PESCADO (TABLA 15)	75
9.2.3.1 SUSTITUCIÓN CON 25% DE MÚSCULO DE PESCADO POR HARINA DE TRIGO (FORMULACIÓN 1)	75
9.2.4 SUSTITUCIÓN CON 30 Y 35 % DE MÚSCULO DE PESCADO	

<b>POR HARINA DE TRIGO</b>	<b>79</b>
<b>9.2.5 RELACIÓN LEUCINA/ISOLEUCINA</b>	<b>85</b>
<b>9.2.6 PUNTAJE QUÍMICO</b>	<b>86</b>
<b>9.2.7 NIVEL MÁXIMO DE SUSTITUCIÓN</b>	<b>89</b>
<b>9.2.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>	<b>93</b>
<b>9.3 PRUEBA DE DEGUSTACION DE LAS GALLETAS     FORTIFICADAS CON MÚSCULO DE PESCADO.</b>	<b>95</b>
<b>10 ANÁLISIS DEL SISTEMA HACCP APLICADO     DURANTE EL PROCESO</b>	<b>100</b>
<b>10.1.1 MATERIA PRIMA, EQUIPOS Y UTENSILIOS:</b>	<b>101</b>
<b>10.1.2 HORNEADO</b>	<b>101</b>
<b>10.1.3 REPOSO</b>	<b>102</b>
<b>10.1.4 EMPAQUE</b>	<b>102</b>
<b>10.1.5 ALMACENAMIENTO</b>	<b>102</b>
<b>10.2 PRUEBA DE ANAQUEL</b>	<b>103</b>
<b>11 COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>104</b>
<b>12 CONCLUSIONES</b>	<b>112</b>
<b>13 RECOMENDACIONES</b>	<b>116</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>118</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pag.
<b>Tabla 1. Especies pesqueras marginales del área de Santa Marta</b>	8
<b>Tabla 2. Composición química de la Harina de Trigo</b>	12
<b>Tabla 3. Distribución porcentual del Huevo</b>	16
<b>Tabla 4. Porcentajes comestibles del Huevo</b>	17
<b>Tabla 5. Composición química del Huevo</b>	17
<b>Tabla 6. Composición porcentual de la leche</b>	18
<b>Tabla 7. Composición química de los sólidos de la leche</b>	19
<b>Tabla 8. Formulación base de galletas horneadas (sin pulpa de pescado</b>	40
<b>Tabla 9. Distribución de ingredientes en la elaboración de galletas horneadas con y sin sustitución de harina del trigo por pulpa de pescado.</b>	41
<b>Tabla 10. Tamaño, peso y rendimiento durante la elaboración de galletas horneadas.</b>	57
<b>Tabla 11. Análisis Bromatológicos de galletas horneadas elaboradas con cuatro diferentes formulaciones.</b>	59
<b>Tabla 11A. Energías aportadas por las galletas horneadas, determinadas según los factores de Atwater</b>	69
<b>Tabla 12. Contenido de aminoácidos esenciales (mg/g de Nitrógeno) en diversos productos alimenticios.</b>	67



<b>Tabla 13</b>	<b>Contenido de aminoácidos esenciales (mg/g de Proteína) en diversos productos alimenticios</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 14</b>	<b>Aminoácidos esenciales (mg AAE/g de proteína) en 100 gramos de formulación base de galletas horneadas.</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 15.</b>	<b>Aminoácidos esenciales (mg/g de proteína) en 100 gramos de formulación de galletas horneadas, sustituyendo el 25% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 16.</b>	<b>Aminoácidos esenciales (mg/g de proteína) en 100 gramos de formulación de galletas horneadas, sustituyendo el 30% de Harina de Trigo por Pulpa de Pescado.</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 17.</b>	<b>Aminoácidos esenciales (mg AAE/g de proteína) en 100 gramos de formulación de galletas horneadas, sustituyendo el 35% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 18.</b>	<b>Análisis microbiológico de galletas fortificadas con</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 19.</b>	<b>Códigos establecidos para la prueba Hedonica</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 20.</b>	<b>Resultados de degustación de galletas horneadas formuladas y elaboradas con músculo de pescado</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 21.</b>	<b>Contraste según el <math>X^2</math> de las Puntuaciones obtenidas en las pruebas de degustación</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 22.</b>	<b>Costos variables de producción para una galleta con sustitución de 25% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 23</b>	<b>Costos fijos de producción para una galleta con sustitución de 25% de pulpa de músculo de pescado</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 24</b>	<b>Costos variables de producción para una galleta con sustitución de 30% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 25</b>	<b>Costos fijos de producción para una galleta con sustitución de 30% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.</b>	<b>107</b>

## LISTA DE FIGURAS

Pag.

<b>Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas horneadas, fortificadas con músculo de pescado</b>	<b>35</b>
<b>Figura 2. Ejemplares de Macabí (<i>Elops saurus</i>)</b>	<b>37</b>
<b>Figura 3. Separación de las espinas de la especie pesquera</b>	<b>38</b>
<b>Figura 4. Separación de la pulpa</b>	<b>39</b>
<b>Figura 5. Pulpa de Macabí <i>Elops saurus</i></b>	<b>39</b>
<b>Figura 6. Distribución porcentual de ingredientes en galletas elaboradas con la formulación Base</b>	<b>42</b>
<b>Figura 7. Distribución porcentual de ingredientes en galletas elaboradas con la formulación con 25% de Pulpa de Pescado</b>	<b>43</b>
<b>Figura 8. Distribución porcentual de ingredientes en galletas elaboradas con la formulación con 30% de Pulpa de Pescado</b>	<b>44</b>
<b>Figura 9. Distribución porcentual de ingredientes en galletas elaboradas con la formulación con 35% de Pulpa de Pescado</b>	<b>45</b>
<b>Figura 10. Galletas fortificadas con pulpa de Macabí <i>Elops saurus</i></b>	<b>47</b>
<b>Figura 11. Galletas empacadas en bolsas de Polipropileno</b>	<b>48</b>
<b>Figura 12. Comparación entre los niveles Bromatológicos de las diferentes galletas fortificadas con pulpa de Macabí (<i>Elops saurus</i>)</b>	<b>60</b>
<b>Figura 13. Composición de aminoácidos en las formulaciones base</b>	<b>84</b>



<b>Figura 14. Relación Leucina /Isoleucina en Galletas Horneadas</b>	<b>85</b>
<b>Figura 15. Variación de la relación Isoleucina/Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado</b>	<b>90</b>
<b>Figura 16. Variación de la relación Isoleucina/Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado</b>	<b>90</b>
<b>Figura 17. Variación de la relación Aminoácidos Azufrados (AAS) /Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado</b>	<b>91</b>
<b>Figura 18. Variación de la relación Aminoácidos Aromáticos (AAA)/Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado</b>	<b>91</b>
<b>Figura 19. Variación de la relación Treonina /Patrón FAO-OMS en función del nivel de sustitución por músculo de pescado</b>	<b>92</b>
<b>Figura 20. Variación de la relación Triptófano /Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado</b>	<b>92</b>
<b>Figura 21. Variación de la relación Valina/Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado</b>	<b>93</b>
<b>Figura 22. Formato para el Test Hedónico engalletas</b>	<b>96</b>
<b>Figura 23. Puntos de control críticos en la fabricación de las galletas fortificadas con músculo de pescado</b>	<b>100</b>
<b>Figura 24. Comparación entre costos variables y costos fijos en las tres formulaciones</b>	<b>111</b>

## LISTA DE ANEXOS

Pag.

<b>Anexo 1. Secuencia de cálculos para determinar el balance de masa durante la elaboración de las galletas con formulación base</b>	<b>123</b>
<b>Anexo 2. Secuencia de calculo para determinar el balance de masa durante la elaboración de la galletas sustituidas con 25% de pulpa de pescado</b>	<b>124</b>
<b>Anexo 3. Secuencia de calculo para determinar el balance de masa durante la elaboración de las galletas sustituidas con 30% de pulpa de pescado</b>	<b>125</b>
<b>Anexo 4. Secuencia de calculo para determinar el balance de masa durante la elaboración de las galletas sustituidas con 35% de pulpa de pescado</b>	<b>126</b>
<b>Anexo 5. Formulario para la degustación de galletas horneadas sustiuidas con pulpa de pescado, según el Test Hedonico</b>	<b>127</b>
<b>Anexo 6. Símbolos empleados en el sistema de control de puntos críticos de riesgos HACCP</b>	<b>128</b>

## 1 INTRODUCCION

En Colombia existen muchas poblaciones o asentamientos humanos con una baja cobertura de necesidades básicas insatisfechas (NBI), entre los que esta la alimentación y los servicios públicos, por otro lado en la dieta colombiana se le ha dado poca importancia a las especies ícticas marginales, a pesar que algunas presentan a lo largo de todo el año un costo no muy alto. Apoyándonos en lo anterior pretendemos por medio de la elaboración de nuevos productos pesqueros hacer un llamado a los sectores Industriales, privados y del gobierno para que por medio de este tipo de proyecto se de una alternativa de solución al problema nutricional en Colombia, haciendo uso de este recurso, elaborando productos panificados. Sabiendo que los productos panificados son de gran aceptación, poseen una gran demanda de consumo nacional, su elaboración no es sofisticada, el costo de fabricación no es muy elevado y su sustitución o suplementación son fáciles de realizar. Todo lo anterior muestra la posibilidad de proveer con este tipo de alimento a la población colombiana.

Para producir alimento panificado es necesario en la mayoría de los casos mezclar Harina de Trigo o centeno, agua, levadura, sal, azúcar, grasa y emulsificantes. Hecho el moje la levadura transforma los azucares



fermentables en alcohol y Dióxido de carbono durante el periodo de crecimiento. Para mejorar la calidad natural del producto es necesario agregarle a esta fermentación proteína de origen animal en este caso músculo de pescado.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema de la "desnutrición" abarca la falta de ingesta de uno o más de los categorizados "alimentos" ( Proteína, Lípidos, Carbohidratos, Vitaminas y Minerales).

En los países pobres el problema de la "desnutrición calórica - proteica" se ve agudizado por infecciones gastrointestinales (Baja cobertura de agua potable, amibiasis, unciniarasis, falta de fosfato, Hierro y Vitamina A) entre otras. No obstante, muchas veces este tipo de problema también se agrava por la falta de información y por carecerse de investigaciones que permitan desarrollar técnicas no sofisticadas que coadyuven con el aprovechamiento de materiales alimenticios con alto contenido de proteína y carbohidratos de alta calidad.

La mayor parte de los problemas nutricionales son consecuencia de la falta de acceso a suficiente alimento para satisfacer estas necesidades. No obstante el acceso a una cantidad suficiente de alimento no garantiza que el

régimen alimenticio sea el adecuado. Es de vital importancia que los hogares pobres y expuestos a la inseguridad alimentaria sepan como hacer frente, a las necesidades nutricionales de los distintos miembros del hogar con los recursos de que disponen, especialmente en los periodos de mayor riesgo como son; en el lapso del embarazo, lactancia, periodo infantil o edad avanzada ya que el rigor alimenticio en estos periodos requieren mas exigencias.

Debido al bajo costo, las especies marginales capturadas en aguas marinas o continentales pueden ser utilizadas para elaborar productos suplementados o fortificados con proteína de alta calidad aminocídica, condición fundamental para el crecimiento desarrollo y mantenimiento de tejidos. En este proyecto se plantea buscar alternativas de solución a los problemas nutricionales que tanto afectan a nuestra población, especialmente a la infantil. También se pretende fomentar y concertar con el sector industrial ( Privado, Mixto o Publico) para la elaboración y distribución de nuevos productos pesqueros alimenticios de alto valor proteico y que presentan un bajo costo de fabricación.

## **1.2 ANTECEDENTES**

En el presente proyecto se pretende fomentar, concientizar al sector industrial (Privado, Mixto o Publico) de los recursos hidrobiologicos con el



propósito de utilizar racionalmente el potencial pesquero específicamente las especies bioacuáticas marginales para la elaboración de nuevos productos de alto valor proteico y de bajo costo, para introducirlos al mercado nacional y de esta manera proveer al consumidor Colombiano de proteína de mar, que permita aliviar en parte el déficit proteico existente dentro de las clases sociales de menor ingreso en el país.

En la preparación de los nuevos productos pesqueros se utilizarán especies ícticas de buena calidad pero con valor comercial no muy alto. Se han realizado diferentes estudios para la obtención de nuevos productos pesqueros entre los que están:

López, F. Cardona, O. en 1984 trabajaron en la elaboración de torta de pescado utilizando como materia prima pulpa de Tiburón (*Carcharhinus sp*) y Jurel (*Caranx sp*), teniendo este producto gran aceptación en el mercado local. Hernandez, Li y Díaz. Trabajaron en la elaboración de picadillo de pescado utilizando como materia prima Ronco (*Haemulon sp*).

Bostock en 1985, Trabajó con la elaboración de galletas enriquecidas con proteína de pescado en el Ecuador. Después Wood en 1988 en el Ecuador trabajó en la producción experimental de Galletas enriquecidas con pescados pelágicos baratos, Las cuales arrojaron grandes expectativas en los resultados de las pruebas sensoriales. Macedo realizó trabajos sobre la

sustitución de Harina de Trigo por harina de Kiwicha (Amaranthus caudatus) en la elaboración de galletas en el Perú y Soto en 1983 trabajó en la determinación de niveles de sustitución de Harina de Trigo por harina de lupino (Lupinus mutabilis) en el Perú.

Lacera Rúa Armando trabajó en 1991 en la fortificación de azúcar con vitamina A proveniente de aceite de Hígado de Tiburón para alimentación humana.

Corvacho Ruby et al, trabajaron en la elaboración de queso a partir de pulpa de Tiburón (orden Lamniforme).

Carreño, Espeleta, Lacera, Eslava, Fernández y Marqués trabajaron en 1994 en la elaboración de jamón y salchicha de pescado a partir de varias especies comerciales del Norte de la Costa del Caribe Colombiano; Además elaboraron pasta base para la obtención de salchichas, hamburguesas y Chicharrón utilizando como materia prima “Macabí” (Elops saurus), Madero, W. Granados, S. Trabajaron en la deshidratación del camarón (Penneaus sp) tipo snack para consumo directo.

Los productos panificados hacen parte de las grandes civilizaciones e imperios a través del mundo. Su origen se remonta a 10.000 años antes de Cristo cuando en el medio oriente, Mesopotamia el hombre recolectaba

frutas y hojas y masticando encontró el grano de trigo, el cual al rastrillarlo contra las piedras se convirtió en polvo que luego al humedecerlo con agua y calentarlo sobre piedras era agradable al paladar y así nacen los productos panificados, desde entonces, se considera esta parte del mundo como la cuna de la panificación que fue trascendiendo y recorriendo los rincones mas alejados de Mesopotamia, al Asia menor de allí a Egipto, luego a Grecia, Roma y al resto del mundo hasta hoy.

Hacia el año de 1841, empezaron a cultivar trigo convirtiéndose este en alimento básico junto al maíz, la papa y la yuca.



## 2 MARCO TEORICO CONCEPTUAL

### 2.1 ASPECTOS GENERALES

El presente proyecto comprende varias áreas de estudio o investigación como son la parte ingenieril, en donde se utilizarán los conceptos básicos de las operaciones unitarias específicamente en el balance de materia y la parte tecnológica, de gran importancia alimenticia ya que se realizó una sustitución de un porcentaje de Harina de Trigo por músculo de pescado redundando esto en el valor nutritivo del producto final, sin dejar por fuera el análisis de costos de la elaboración del producto, siendo para este trabajo la parte tecnológica, el enfoque principal

En el área biológica merece mucha importancia la especie escogida en este proyecto, el Macabí (*Elops saurus*). Pero esto daría pie a nuevas investigaciones para inventariar aquellas especies pesqueras marginales con las mejores ventajas en lo relacionado a: Textura, Elasticidad, Gelatinización y Rendimiento muscular.

#### 2.1.1 Especies marginales

En el presente trabajo se consideran especies marginales todas aquellas especies ícticas que por su bajo costo y poca demanda comercial son poco apetecidas por la población en general. Cabe anotar que esta consideración



solo es aplicable para el área de estudio. Ya que en otras regiones del país es posible que determinadas especies que en este proyecto se cataloguen como marginales en otra región la especie tenga un valor comercial aceptable, Luego no se catalogue como marginal. A continuación presentamos un listado de las especies marginales del área comprendida entre el aeropuerto y la desembocadura del río Guachaca.

**Tabla 1. Especies pesqueras marginales del área de Santa Marta**

<b>Nombre vulgar</b>	<b>Nombre científico</b>
Ronco	<u>Haemulon boshmae</u>
	<u>Haemulon albus</u>
	<u>Haemulon arolineatum</u>
	<u>Haemulon bonairense</u>
	<u>Haemulon plumieri</u>
	<u>Haemulon parrai</u>
	<u>Haemulon sciurus</u>
	<u>Haemulon striatum</u>
	<u>Pomadasis croco</u>
	<u>Pomadasis corvinaeformis</u>
Sable	<u>Trichurus lepturus</u>
Salmonete	<u>Mulloidichthys martinicus</u>
Dormilona	<u>Lobotes surinamensis</u>
Macabí	<u>Elops saurus</u>
Pampano	<u>Trachinotus falcatus</u>
Pejepuerco o cachua	<u>Balistes sp</u>
Isabelita	<u>Pomacanthus sp</u>
Macarela	<u>Decaptherus macarellus</u>
Cachi Cachi	<u>Calamus penna</u>
Lisa	<u>Mugil incilis</u>
Machuelo	<u>Ophisthema oglinum</u>

Ojo plato  
Dulcina  
Raya

*Pricanthus arenatus*  
*Chloroscombrus chrysurus*  
*Dasyatis americanis*

---

Fuente: Cervigon, 1993

### **2.1.2 Materia prima “Macabí” (*Elops saurus*)**

Es una especie que en la actualidad las comunidades pesqueras del área parque Nacional Isla de Salamanca la utilizan para la obtención de pulpa no tratada de baja calidad para su autoconsumo. Esta especie presenta picos de abundancia en determinados meses del año, como son de Agosto - septiembre durante las cuales es factible obtener suficiente materia prima para suplir el déficit de los meses en los cuales su presencia es baja. (Proyecto INPA-CIID-UNIMAGDALENA, 1993)

Los resultados obtenidos con la utilización de este especie como materia prima para el procesamiento de diferentes productos alimenticios demuestran que tanto la pulpa como la pasta estable obtenida poseen buen comportamiento en cada uno de los procesos ensayados.

### **2.1.3 La Pulpa de Pescado**

La pulpa de pescado es el músculo integral (carne común y corriente libre de espinas, huesos, piel, etc.), separado mecánicamente utilizando despulpadora o deshuesadora o manualmente fileteando sin piel ni espinas y sometiendo a un molido muy fino, en consecuencia la pulpa molida de

pescado es la carne no lavada con su color, olor, y sabor natural y la pasta de pescado es la carne lavada y blanqueada. El lavado no solamente retira la grasa y sustancias no deseables como la sangre, pigmentos y sustancias odoríferas sino que proporciona la concentración de las proteínas miofibrilares (Actomiosina) mejorando de este modo la fuerza de gel y la elasticidad, propiedades esenciales de la pasta que sirve para elaborar productos texturizados, (Fernández et al. 1994). Con la finalidad de eliminar los compuestos responsables del olor y sabor característico de la carne de pescado, la pulpa de pescado es lavada eliminando las proteínas sarcoplasmáticas que representan del 20% al 30% de proteínas totales del músculo, la sangre y los pigmentos de la carne de pescado, se utiliza pulpa lavada de pescado con la finalidad de incrementar el porcentaje de sustitución parcial de la Harina de Trigo por la pulpa en las formulaciones de galletas.

#### **2.1.4 La harina**

Se trata del principal componente en la confección de toda clase de producto panificado, entre las harinas empleadas la principal es la de trigo que contiene 1.0 a 1.5% de Sacarosa y una cantidad pequeña de maltosa, dextrosa, levulosa y dextrina soluble. La harina se presenta bajo la forma de un polvo blanco, ligeramente granuloso. El color de la harina es importante debido a que afecta el brillo y uniformidad. Para obtener un buen color es necesario además de tratamiento ser muy cuidadoso en la selección de lo



trigo y al mismo tiempo usar la porción mas central del grano, ya que los pigmentos colorantes se encuentran en la parte central del mismo.

La fuerza de la harina es muy difícil definir en forma concisa. Esto se debe en gran parte a que la calidad de la harina es indicada por varias características de la masa, ninguna de las cuales sirve por si sola como índice adecuado ni es independiente de otras características la fuerza de la harina influye de manera decisiva en el rendimiento, volumen y calidad del producto terminado.(Manley, 1985)

El elemento principal e indispensable que debe tener una buena harina es un elevado porcentaje de gluten (Una media de 10%), que es la que la hace óptima para la producción de artículos panificados, las harinas que generalmente se emplean en la producción tienen un porcentaje de extracción del 75% siendo el 25% salvado. La harina tiene gran importancia en los productos panificados ya que sirve como sostén y cuerpo al resto de los ingredientes. Además contienen otra gran cantidad de materiales cuyo comportamiento en las masas se desconocen aún, entre los que se encuentran ácidos como el acético, tartarico y láctico también se encuentran esporas, mohos y bacterias. (Gianola, 1983).



**Tabla 2. Composición química de la Harina de Trigo**

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (g/100g)</b>
Almidón	69.0 a 72.0
Sustancias proteicas	10.0 a 14.0
Azucares	1.0 a 1.5
Grasas	1.25 a 2.0
Sales minerales	0.5 a 0.7
Celulosa	0.25 a 0.30
Humedad	13.0 a 16.0

Fuente: Manley, 1985

### **2.1.5 Levadura**

Hablar de hongos para muchos puede ser desagradable pero algunos de ellos pueden ser muy beneficiosos para la vida humana, se pueden comer y además dan un exquisito sabor. El factor fundamental para lograr un excelente sabor, muy aromático y a la vez un buen volumen del producto panificado es el hongo. La levadura es un tipo de hongo que al reproducirse o multiplicarse fermenta de manera beneficiosa los productos panificados, la cerveza, el vino y hasta el queso. El trabajo de la levadura consiste en producir aire o gas (científicamente llamado Anhídrido Carbónico) y también alcohol y ciertas sustancias que dan un exquisito olor y sabor especialmente a los productos panificados. (Gianola, 1983)

Desde el punto de vista químico las levaduras contienen del 68 al 83% de humedad, el promedio en panificación es del 73%. (Manley, 1985)

### **2.1.6 El azúcar**

Es una sustancia dura y cristalizable, blanca cuando esta pura, presente en muchos jugos de plantas, el azúcar es un importante alimento llamado específicamente azúcar de caña (Sacarosa) las principales fuentes de azúcar son la caña de azúcar y la remolacha que contienen del 16 al 20% de Sacarosa. Los azúcares están compuestos por tres elementos fundamentales que son carbono, hidrogeno y oxigeno, la función del azúcar en las galletas es darle color al producto al caramelizarse durante la cocción, mejora las cualidades para la conservación, determina la temperatura de horneado, tiene gran influencia en el sabor del producto, contribuye en la homogenización y ablandamiento de la masa.

Se encuentra mucho en la naturaleza, todos los cereales contienen azúcar así como otros elementos que son de gran importancia para la alimentación del hombre. El azúcar aporta al producto panificado sabor y va a depender de la cantidad de sal que se agregue al producto para determinar su género. .(Gianola, 1985).

El punto de azúcar se obtiene disolviendo 100 gr. de azúcar en 30 gr. de agua fría. Para medir la densidad del azúcar se usa el pesa jarabe que da la justa graduación cuando el azúcar se halla hirviendo, pero solo lo hace con exactitud hasta los 40° C, sobrepasada esta graduación es indispensable usar un termómetro. .(Gianola, 1985)

### **2.1.7 Glucosa**

La glucosa es una materia dulcificante muy extendida en la naturaleza, especialmente en frutas, cereales y plantas. La mayor producción es sacada del maíz y las patatas. Esta tiene un poder dulcificante muy inferior al del azúcar, se usa preferentemente en la fabricación de caramelos y entra en pequeña cantidad en los géneros de confiterías para evitar la cristalización del azúcar, en pastelería se usa para mejorar diferentes masas que contienen un elevado porcentaje de azúcar, rebaja su dulzor, evita la cristalización y consigue una prolongada conservación en las masas a base de levadura, el uso de una parte de glucosa consigue la rápida fermentación, mayor volumen de estos y un color muy característico. La dextrosa es una fase de glucosa, pero sacada directamente del almidón, es un producto que se usa principalmente para la fabricación de galletas.( G. Gianola, 1985).

### **2.1.8 Las Grasas**

Constituyen los productos alimenticios más ricos en valores energéticos, aportan al organismo humano los elementos necesarios e indispensables



para mantenerlos en forma, acrecentan su desarrollo, recuperan fuerzas musculares y para defenderlo contra el frío.(Gianola, 1985)

Además de sus funciones nutritivas, la grasa tiene una gran importancia física y técnica puesto que permite que la masa se desarrolle durante la cocción sin necesidad de ningún producto químico dando así al producto un sabor muy agradable, empleadas en elevados porcentajes, pues ciertos géneros aceleran la cocción y las piezas adquieren un color dorado que la hacen mas apetecibles, las materias grasas de mayor uso son: La mantequilla, La manteca, la margarina animal o vegetal, la grasa de coco hidrogenada y diferentes aceites. Estas grasas deben ser almacenadas en sitios frescos para su buena conservación, las mas usadas en la fabricación de productos panificados son la mantequilla y margarina.

La mantequilla, la mejor se obtiene principalmente de leche de vaca, pero también se extrae de la leche de oveja, no utilizándose esta última en pastelería por su marcado sabor. La mantequilla es un producto de gran valor nutritivo superior en calorías al azúcar, la harina e incluso la carne.( G. Gianola, 1985)

### **2.1.9 El Huevo**

Ningún alimento se halla tan universalmente extendido como el Huevo, el cual constituye un alimento completo y sano, de primerísima necesidad y empleo popular, encontrándose en el mercado fresco o proveniente de



cámara de conservación. Los huevos de gallinas son los mas corrientes y abundantes, aun cuando también se consumen otros como los de pato, pavo, etc. Produciéndose estos en menor cantidad y que suelen reservarse para la reproducción de las especies. La importancia del Huevo en la galletería es porque le da sabor, ayuda al color, mejora la distribución de la grasa, aumenta las propiedades de conservación y brillo deseados, aparte de su importante valor nutritivo. (Gianola, 1985)

#### **2.1.9.1 Composición física**

Aun cuando se presentan variaciones en esta composición debido a factores tales como alimentación, raza, clima la siguiente composición es bastante representativa.

**Tabla 3. Distribución porcentual del Huevo**

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje</b>
	<b>(%)</b>
Cascara	10
Clara	58
Yema	32

Fuente: Manley, 1985

La parte comestible tendrá entonces la siguiente relación .

**Tabla 4. Porcentajes comestibles del Huevo**

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje (g/100g)</b>
Clara	65
Yema	35

Fuente: Manley, 1985

**Tabla 5. Composición química del Huevo**

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje entero (g/100g)</b>	<b>Porcentaje de la yema (g/100g)</b>	<b>Porcentaje de la clara (g/100g)</b>
Humedad	73.0	49.0	86.0
Proteína	13.2	16.5	11.6
Grasa	11.4	31.6	0.2
Nitrógeno libre	1.0	1.2	0.8
Azúcar (Glucosa)	0.3	0.2	0.4
Ceniza	1.0	1.5	0.8

Fuente: Helen, 1983

### **2.1.10 La Leche**

la leche de los animales constituye un alimento completo, la leche de vaca salvo algunas excepciones es la que frecuentemente consumimos, los elementos que la componen son indispensables al organismo humano,

otros alimentos pueden proporcionarnos estos elementos, pero en ninguno de ellos se hallan reunidos todos como en la leche. La industria panificadora consume mucha leche. Cuando es posible se usa leche fresca para cremas, masas a base de levadura y galletas, si falta la leche fresca puede usarse leche evaporada o en polvo, esta última debe ser disuelta antes de usarse.

Su importancia radica en que ayuda a la homogenización del cremado, aumenta el volumen de la galleta, mejora el sabor y el aroma al mismo tiempo mejora el color de la corteza, colabora a la conservación, aumenta la capacidad de tostado y la textura del producto además de su gran importancia nutritiva. (Gianola, 1985).

**Tabla 6. Composición porcentual de la leche**

Componente	Porcentaje (g/100g)
Agua	87.75
Sólidos	12.25

Fuente: Helen, 1983

**Tabla 7. Composición química de los sólidos de la leche**

<b>Componente</b>	<b>Valor</b>
Proteína (g/100g)	3.25
Grasa (g/100g)	3.50
Lactosa (g/100g)	4.75
Minerales (g/100g)	0.75

Fuente: Helen, 1983

### **2.1.11 La Sal**

La sal usada en la industria panificadora debe ser pura y de grano muy fino, preferentemente sal marina, conviene evitar sal que deje en el paladar un sabor residual amargo, este sabor proviene de una dosis elevada de compuestos de Magnesio contenido en ella. Además, esta sal es mucho más higrométrica y vuelve los productos fabricados húmedos y blandos.

La sal se añade siempre sin disolver y por este motivo debe ser muy fina. Una de las propiedades de la sal es mantener los géneros del producto, en las galletas dulces se emplea un máximo de 1% y para la galletas saladas 2% ( G. Gianola, 1985).

#### *Funciones de la sal en la fabricación de galletas:*

En el amasado refuerza la calidad del gluten aumentando su tenacidad y plasticidad y demás cualidades debido en gran parte a su acción inhibidora



de las enzimas proteolíticas. Regula la maduración de la masa, resalta el sabor de la harina y demás ingredientes, ayuda a la absorción del agua y tiene gran importancia en la conservación del producto.

## 2.2 LAS ENZIMAS Y SUS EFECTOS

Las enzimas que intervienen durante el proceso de panificación son amilasas, glucoamilasa, pentosanasa y maltogenasa. (Información Técnica del NOVO NORDISK FERMENT Ltda, Suiza).

La Harina de Trigo contiene dos tipos de amilasas, la  $\alpha$ -amilasa y  $\beta$ -amilasa, que se complementan en su función de hidrólisis del almidón. (Información Técnica del NOVO NORDISK FERMENT Ltda, Suiza)

La  $\alpha$ -amilasa es una carbohidrasa de origen fungal, producida a partir de la sepas seleccionadas de *Aspergillus orizae* que hidroliza los enlaces glucosídicos  $\alpha$  -1,4 en amilasa y amilopeptina produciendo dextrina y azucares fermentables. ( Información Técnica del NOVO NORDISK FERMENT Ltda, Suiza)

La  $\beta$ -amilasa, es una carbohidrasa que se encuentra en la Harina de Trigo, hidroliza los enlaces glucosídicos de las dextrinas en maltosa. La harina debe tener una buena combinación de estas dos enzimas, por un lado la  $\alpha$ -

amilasa descompone el almidón en dextrina y azúcares fermentables y por el otro lado la  $\beta$ -amilasa descompone la dextrina en maltosa, produciendo sustrato para la levadura durante el crecimiento de la masa. ( Información Técnica del NOVO NORDISK FERMENT Ltda, Suiza).

La glucoamilasa: la gluco-amilasa es una carbohidrasa producida por fermentación sumergida de la sepa *Aspergillus niger* que hidroliza los enlaces glucosídicos  $\alpha$  -1,4 y  $\alpha$  -1,6 del almidón, mientras que las enzimas  $\alpha$  y  $\beta$  amilasa realizan la licuefacción del almidón produciendo dextrina, la gluco -amilasa es una enzima que sacrifica la dextrina produciendo unidades de maltosa. ( Información Técnica del NOVO NORDISK FERMENT Ltda, Suiza).

La pentosanasa: Es una hemicelulosa libre de actividad de  $\alpha$  - amilasa que hidroliza pentosanos insolubles en la harina, esta se utiliza para mejorar la elasticidad y manejo de la masa, la Harina de Trigo contiene un pequeño porcentaje de pentonasa soluble e insoluble que son carbohidratos, los pentosanos insolubles producen una masa mas dura y de menor elasticidad, al hidrolizar los pentosanos con la pentosanasa se producen los siguientes efectos: cambios en la capacidad de ligar agua, mejoran el funcionamiento de la masa, mejora la reacción Maillard en lo que se refiere al color y sabor. ( Información Técnica del NOVO NORDISK FERMENT Ltda, Suiza).



La maltogenasa: Es una amilasa termo estable producida a partir de una cepa de bacillus. Esta enzima actúa sobre una fracción del almidón produciendo azúcares y dextrina de bajo peso molecular mejorando la capacidad de retener agua en el producto panificado. La aplicación de maltogenasa tiene por objeto retardar el efecto de endurecimiento del producto. Esta enzima trabaja sola o en combinación con emulsificantes. ( Información Técnica del NOVO NORDISK FERMENT Ltda, Suiza).

### **2.3 PRINCIPIOS EN LA ELABORACION DE PRODUCTOS PANIFICADOS**

En la formación de la masa (Mezcla de Ingredientes Homogenizados), cuando el acondicionamiento de esta ha finalizado en su interior ha ocurrido lo siguiente: Las proteínas insolubles glutenina y gliadina están hidratadas pues absorbieron el doble de su peso en agua y formaron una estructura de red tridimensional llamada gluten que se distribuye en toda la masa. El almidón está hidratado aunque en menor medida absorbió agua en una cantidad equivalente al 30% de su peso aproximadamente. La sal, los aditivos y demás sustancias solubles e insolubles están disueltos y/o distribuidos por toda la masa, la masa se va oxidando durante el amasado y adquiere mayor fuerza esto ocurre por tomar contacto con el Oxígeno del aire y por acción de los aditivos, las células de levadura están bien distribuidas en toda la masa, numerosas celdas o burbujas de aire de



diferente diámetro se encuentra distribuida en la masa por acción del mezclado. (Revista PANI CLUB ISSN 0121-9855).

**2.3.1 El Gluten:** Cuando las proteínas insolubles de la harina glutenina y gliadina aún no se han mezclado con el agua, sus moléculas que son largas cadenas de aminoácidos permanecen separados e independientes unas de otras, sin embargo al tomar contacto con el agua al principio del amasado como el proceso de formación del gluten, cada molécula de proteína retiene con cierta fuerza a una gran cantidad de agua (Hidratación), pero a la vez cada cadena proteica, se une a otra por varios puntos distribuidos por toda su longitud. Este punto de adherencia corresponde a la frecuencia de la cadena de grupo llamado sulfihidrilo o tiol ( $-SH$ ) (Parte integrante de un aminoácido). En presencia del agua y con el trabajo mecánico que proporciona el amasado estos grupos pierden el átomo de Hidrogeno ( $H$ ) y se unen los de una cadena con los de otra por medio de enlaces o puente disulfuro ( $-S - S-$ ) quedando así formado un enramado o red de cadena proteica unida de la forma antedicha que es la que se denomina gluten. (Revista PANI CLUB ISSN 0121-9855).

Cabe señalar que la mencionada pérdida del átomo de hidrogeno de los grupos sulfihidrilo constituye químicamente una reacción de oxidación es decir, que al perder hidrogeno y formarse los enlaces disulfuro, las proteínas se han oxidado, así mismo otros enlaces pueden llegar a romperse

y los átomos de hidrogeno volver a tomar su lugar formando nuevamente grupos (-SH), en este caso decimos que ocurrió una reducción que es lo contrario a la oxidación. (Revista PANI CLUB ISSN 0121-9855).

La formación de los enlaces disulfuro en el proceso de amasado es importante, puesto que del número de ellos que se formen y se mantengan dependerá en buena parte la fuerza de la masa, la cantidad de agua que esta podrá retener, la estructura y desarrollo que tendrá el pan y en buena medida la calidad del producto final. (Revista PANI CLUB ISSN 0121-9855).

## **2.4 ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRITICOS**

Una de las principales preocupaciones que el hombre ha tenido se relaciona con la preservación de los alimentos. Se puede decir que hasta antes de 1920 la forma de conservación de alimentos estaba limitada a cinco formas que sin saberlo protegían los productos alimenticios contra el ataque de microorganismos, como son salado, curado, oreado, ahumado y fermentación, luego de 1920 apareció la refrigeración, se cambiaron los procedimientos de conservación y hoy tenemos refrigeración, congelación, ultracongelacion, radiación, atmósferas controladas, enlatados, pasteurización, liofilizacion, empaques al vacío, etc. Pero estos procedimientos no son suficientes para asegurar la calidad sanitaria de los

alimentos, por lo cual se han desarrollado sistemas para el control de calidad de los alimentos. Uno de estos sistemas es el desarrollo en 1971 por los Doctores H. Bauman y J. Lee de la Pillsburi co. Que trabajaban en la elaboración de alimentos para el programa espacial de la NASA y que denominaron HACCP (Hazard Analisis Critical Control Points.) Análisis de riesgo y control de puntos críticos.

HACCP es un novedoso sistema de control de los fenómenos asociados con la contaminación de alimentos y constituye una herramienta básica de análisis y acción en el aseguramiento de la calidad microbiologica de los productos alimenticios. El sistema HACCP. Representa para el sector industrial la posibilidad de identificar sistemáticamente riesgos microbiologicos, físicos y químicos a lo largo de todo el flujo del proceso y establece controles preventivos bajo los criterios de control total de la calidad. (Romero 1996).

En la industria de la panificación al igual que cualquier otro sector donde se manipulen alimentos es importante asegurar la calidad higiénica (Microbiología y fitosanitaria) del producto terminado ya que este es destinado al consumo humano.



## **2.5 PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA DE CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS (HACCP)**

Elaborar el análisis de riesgo y el diagrama de flujo de proceso del alimento que se va a elaborar, identificar los riesgos potenciales y las medidas que pueden prevenir estos riesgos.

### *Identificación de los puntos críticos de control.*

- Especificación de los límites críticos que indican si una operación está bajo control en un determinado punto crítico de control.
- Establecimiento y aplicación de procedimientos de monitoreo para comprobar que cada punto crítico de control identificado, funciona correctamente.
- Aplicación de la acción correctiva a tomar cuando se identifica una desviación al monitorear un punto crítico de control.
- Establecimiento del sistema de registro, que documenten el plan de operación HACCP.
- Verificación y seguimiento del plan para asegurarse que el HACCP funciona correctamente. (Arenas,1997).

## **2.6 DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL**

El interés actual de la evaluación sensorial es un resultado directo del Foro Internacional sobre Agricultura y Alimentación de mediados de la

década de los 60s' y del interés a lo largo de la década de los 70s. como respuesta a los cambios muy dramáticos en la disponibilidad y costo de la materia prima además de la fabricación de nuevos alimentos como por ejemplo la búsqueda de sustitutos del dulce estimulando un nuevo interés en las técnicas de medición de las respuestas hedónicas.

A lo largo de una evolución difícil la evaluación sensorial a emergido como una especialidad científica distinta y reconocida lo cual ha servido de base para el uso de los Test sensoriales en la fabricación de alimentos empleando mecanismos basados en objetivos y selección de sujetos establecidos en un standard, lo que incrementa el empleo de estos Test como una parte integral en la investigación y desarrollo de procesos alimenticios.

### **2.6.1 Medidas de evaluación sensorial**

Estas medidas evalúan la respuesta de un sujeto respecto al grado de aceptación o rechazo ante un producto alimenticio mediante la ejecución de un ensayo en la cual se le suministra el producto a evaluar al sujeto que por medio de un formulario expresa la sensación generada por el alimento dentro de unos criterios previamente definidos los cuales son determinados según el tipo o Test realizado.

Dentro de los tipos de ensayos existentes están el Test de Cokran, escala nominal, ordinal y hedónica entre otras.

### **3 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION**

Con la ampliación general de los límites nacionales de pesca a 200 millas y la escasez crónica de proteína animal en la alimentación nacional, ha crecido el interés sobre la posibilidad de fortificar con proteína animal (principalmente de especies ícticas) alimentos de fácil elaboración y gran aceptación como los productos panificados, especialmente los productos de galletería que tienen gran aceptación en la población, principalmente la infantil.

Con base en lo anterior, el presente proyecto pretende darle una utilidad de gran envergadura a aquellas especies pesqueras marginales, en la industria procesadora de alimentos de carácter popular, que coadyuve con la solución de problemas nutricionales, basados en la sustitución o suplementación proteica de productos de panificación; es decir, el presente proyecto de investigación presenta no solo importancia tecnológica también importancia social.



## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer, desarrollar y evaluar un proceso tecnológico para la suplementación proteica de Galletas Horneadas, aprovechando la especie pesquera marginal “Macabí” (*Elops saurus*) destinadas a consumo humano.

#### **4.1.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Ensayar diversos niveles de suplementación (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 %) de músculo de pescado por Harina de Trigo en la formulación base para la elaboración de galletas horneadas.
- Determinar las condiciones físicas (Rendimiento, Tamaño y peso) y bromatológicas durante la elaboración del producto de panificación (Galletas horneadas), fortificadas con músculo de pescado a diferentes niveles de sustitución.
- Determinar la vida útil máxima de los diferentes productos panificados (Galletas), formulados para el consumo humano, mediante la inspección organoléptica y análisis microbiológica.
- Efectuar la prueba sensorial de aceptabilidad de los diferentes formulaciones de galletas, horneadas según la escala hedónica

- Establecer las relaciones aminocídicas teóricas en los diversos productos de panificación (Galletas), suplementado y fortificado.
- Establecer los costos preliminares de producción de los productos panificados (Galletas).

## **5 FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS**

Mediante la sustitución progresiva porcentual de Harina de Trigo por pulpa de pescado en la formulación base para la fortificación de galletas horneadas es factible obtener productos horneados similares pero de mayor nivel nutricional, desde el punto de vista de aminoácidos esenciales.



## 6 DISEÑO METODOLOGICO

### 6.1 GENERALIDADES

Durante la elaboración del productos se tuvieron en cuenta las recomendaciones o normas mencionadas para las buenas prácticas de manufacturas de productos alimenticios y la metodología HACCP, para evitar las posibles contaminaciones en los productos elaborados. Durante el proceso se ensayaron varias formulaciones tradicionalmente conocidas en la industria panificadora especialmente en la elaboración de galletas. A partir de aquellas se realizaron pruebas preliminares, agregándoles respectivamente 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50% de pulpa tratada de pescado Macabí (*Elops saurus*). En sustitución de la Harina de Trigo.

En el presente proyecto se utilizo una especie pesquera marginal del área de Santa Marta, pero queda abierta la posibilidad de utilizar aquellas especies que no son marginales que en ciertas épocas del año son muy abundante.

A los productos elaborados se les realizaron pruebas de degustación para determinar la percepción para consumo humano.

## 6.2 PROCEDIMIENTO GENERAL

Durante la elaboración de las galletas fortificadas con músculo de pescado Macabí (*Elops saurus*) se tuvieron en cuenta los pasos descritos en el Diagrama de Flujo (Figura1), aplicando los principios generales del sistema HACCP, con base en el control de puntos críticos de control (PCC) para evitar la contaminación durante el proceso.

## 6.3 ENSAYOS PRELIMINARES

En los ensayos preliminares se realizaron sustituciones del 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45% y 50% de músculo de pescado determinándose que los niveles adecuados de sustitución eran 25%, 30% y 35%, que presentan las características más parecidas a las galletas tradicionales, tales como: crocancia, miga e índice de quiebre, obteniéndose producto con 40 g de peso en promedio. Las formulaciones de 5, 10, 15 % se descartaron pues el objetivo principal de la investigación fue aumentar el nivel proteínico de las galletas en forma significativa, lo que no sucedió con dichas formulaciones. Las formulaciones con 40%, 45% y 50% de sustitución se descartaron porque se alejaban de las características deseadas tanto de su textura como de su percepción sensorial, con sabores y olores muy marcados perceptiblemente.

La mezcla final para elaborara las formulaciones sustituidas se preparó teniéndose en cuenta la distribución de ingredientes calculándose la cantidad necesaria de pulpa de pescado necesaria para conseguir el porcentaje indicado de sustitución, así:

$$WPP\%ind = \frac{WFb \times \%IndF}{100}$$

Donde:

WPP % ind = Peso de pulpa de Pescado para el porcentaje indicado de sustitución.

WFb = Peso de la Formulación sustitución

%Indf = Porcentaje Indicado de Sustitución.

$$Wpb = WFb - Wpp\%Ind$$

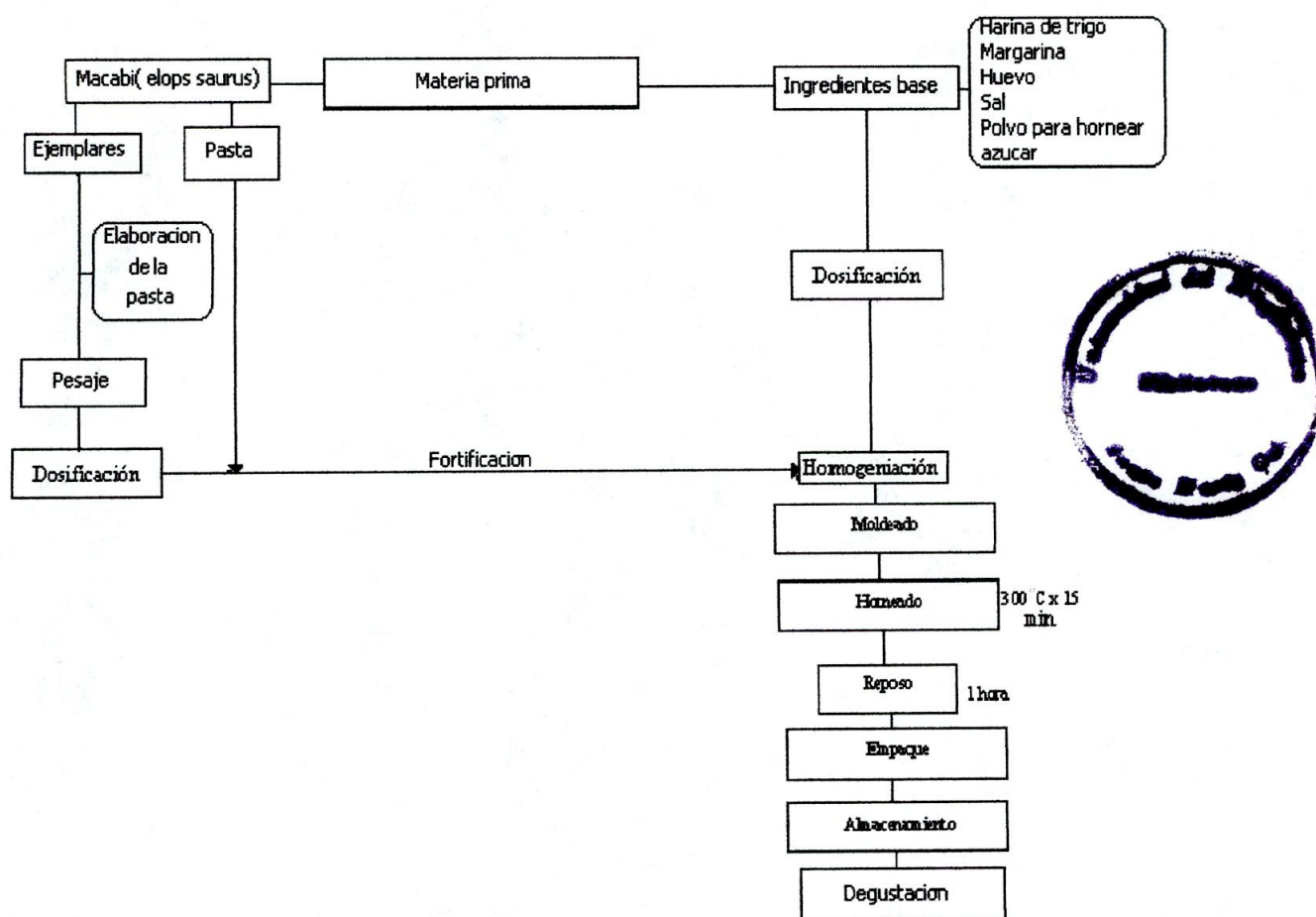
Donde:

Wpb= Peso pulpa de pescado

## 6.4 ENSAYOS TÉCNICOS

Los ensayos técnicos se realizaron en un horno industrial a gas, marca PELSA de 6 puestos. Los ensayos se efectuaron con las formulaciones seleccionadas anteriormente que presentaron características muy similares a las galletas tradicionales.





**Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas horneadas, fortificadas con músculo de pescado**

#### **6.4.1 Adquisición de materia prima**

la materia prima pesquera se adquirió procesada, en forma de pasta, y sin procesar, como ejemplares enteros.

La materia prima procesada se adquirió en el Municipio de Pueblo Viejo (Magdalena) en la comercializadora de productos pesqueros “Puente de la

Barra” y la materia prima sin procesar, se adquirió en el Municipio de Tasajera, los materiales pesqueros fueron trasladados al Centro Planta Piloto Pesquero de Taganga.

En el supermercado OLIMPICA, de Santa Marta, se adquirieron los ingredientes base para la elaboración de galletas horneadas comerciales: Margarina ASTRA, Harina de Trigo “HAZ DE ORO”, Huevos de gallina, Polvo para hornear ROYAL , Sal yodada EL REY y Azúcar “MANUELITA”.

#### **6.4.2 Selección de materia prima pesquera**

Esta se hizo en forma manual escogiendo ejemplares en buen estado, sin olores desagradables y verificando que la materia prima tuviera los mejores índices de frescura posible (Figura 2.), ya que de esta selección depende la calidad del producto final. Cabe señalar que no obstante haber adquirido la pulpa de pescado en la ciudad de Ciénaga y Tasajera, también se obtuvo la pasta en el Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga a partir de ejemplares enteros de "Macabi" (*Elops saurus*).

#### **6.4.3 Eviscerado**

Se efectuó con un cuchillo de acero inoxidable produciéndose un corte por la parte ventral abriendo la cavidad abdominal del ejemplar retirando las



viseras, agallas y sangre, después se lavò con abundante agua a chorro para retirar los residuos que se encuentran en músculo del pescado.



Figura 2. Ejemplares de Macabí (*Elops saurus*)

#### 6.4.4 Despulpado

Se hizo en forma manual, para lo cual el pescado una vez lavado, fue descabezado; luego se le practicó un corte dorsal quedando abierto en forma de mariposa, extrayéndole entonces el espinazo (Figura 3.) y las espinas remanentes sobre el músculo. Se fue recogiendo la pulpa con una cuchara, de tal forma que el movimiento de esta (Figura 4.) se efectuara de la cola hacia la cabeza, quedando pegado a la piel el resto de espinas.



#### 6.4.5 Lavado

Se realizó con agua fría en relación de 2:1 por 15 min. dejando en reposo hasta que la pulpa sedimentara, Se repitió esta operación (Figura 5.) tres veces, hasta obtener músculo blanco. El lavado no sólo retira las sustancias no deseables sino que proporciona en forma más importante la concentración de las proteínas miofibrilares, (actomiosina) mejorando de este modo la fuerza de gel y la elasticidad(Nolva Cadena, Alvaro Espeleta y Andrés Fernández, 1993)

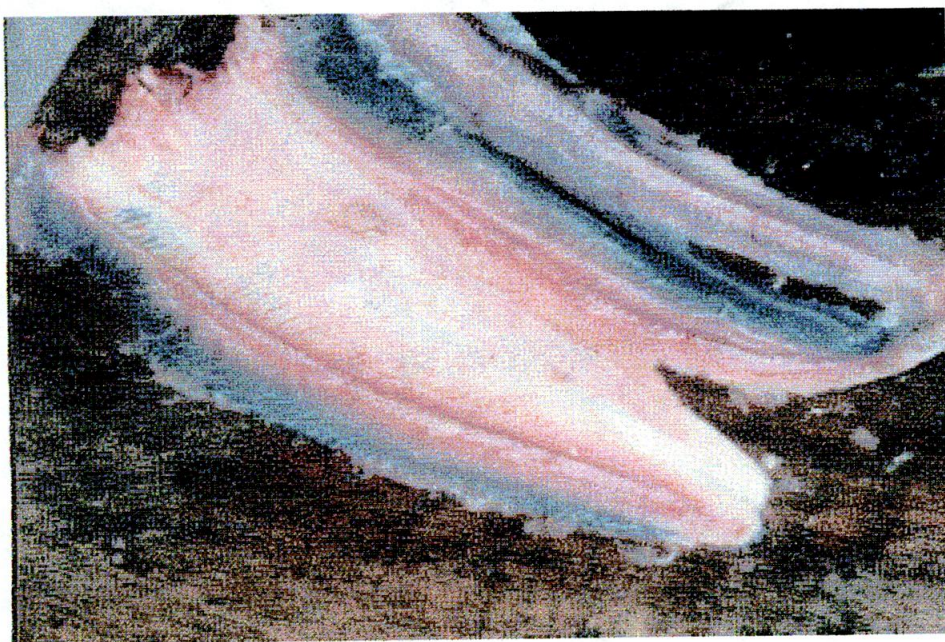


Figura 3. Separación de las espinas de la especie pesquera  
Macabí (*Elops saurus*)





Figura 4. Separación de la pulpa



Figura 5. Pulpa de Macabí *Elops saurus*

#### 6.4.6 Pesaje

Una vez lavada la pulpa de Macabi *Elops saurus* fue pesada en una balanza de reloj, con el fin de establecer el rendimiento que presenta así mismo la cantidad de ejemplares requerida en cada formulación.

### 6.5 ETAPAS EN LA ELABORACION DE LAS GALLETAS

#### 6.5.1 Dosificación

Cada uno de los ingredientes a utilizar Mantequilla, azúcar, huevos, harina, sal, leche, levadura y polvo de hornear, fue pesado mezclado según la formulación, controlándose el rendimiento del proceso.

En la tabla 8 aparecen los ingredientes necesarios para la formulación base de galletas horneadas (g/100).

**Tabla 8. Formulación base de galletas horneadas (sin pulpa de pescado)**

Ingredientes	Porcentaje (g/100g)
Harina de Trigo	48.32
Azúcar	24.16
Margarina	24.16
Huevo	3.02
Polvo para Hornear	0.24
Sal	0.09

Fuente: Gianola, 1985

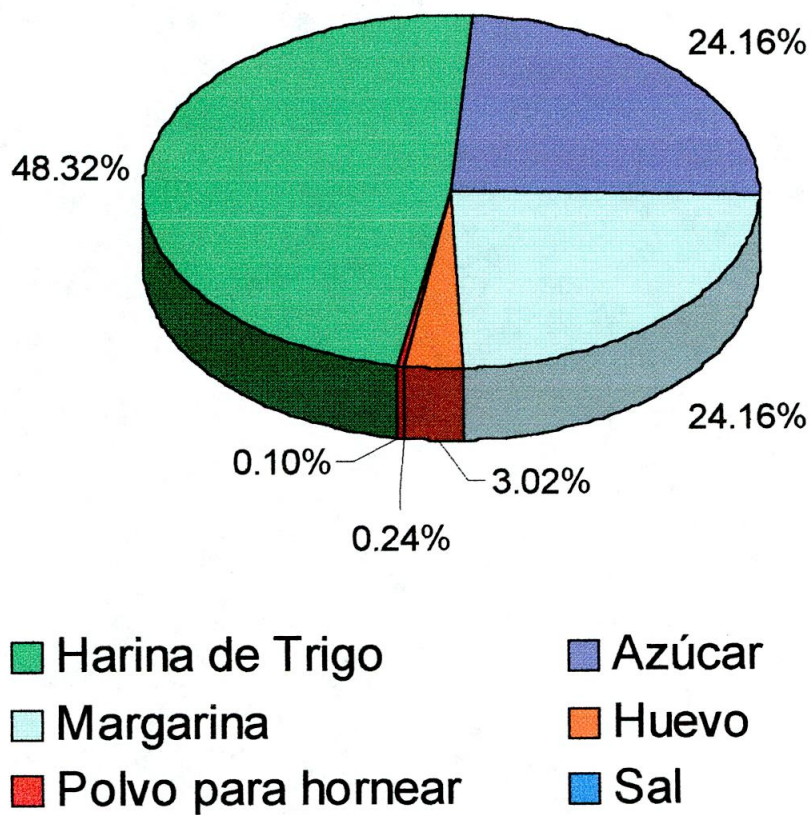


En la tabla 9 aparecen las cantidades de ingredientes necesarios para elaborar 4139 gramos de masa formulada con 2000 g de Harina de Trigo y calculados tomando en cuenta, en cada caso, que la formulación base contiene 48.32 de Harina de Trigo por 100 g del formulación (Tabla 8) en las figuras 6,7 y 8 aparecen las distribuciones porcentuales de los ingredientes de las galletas horneadas, formuladas con 25,30 y 35 % de sustitución respectivamente.

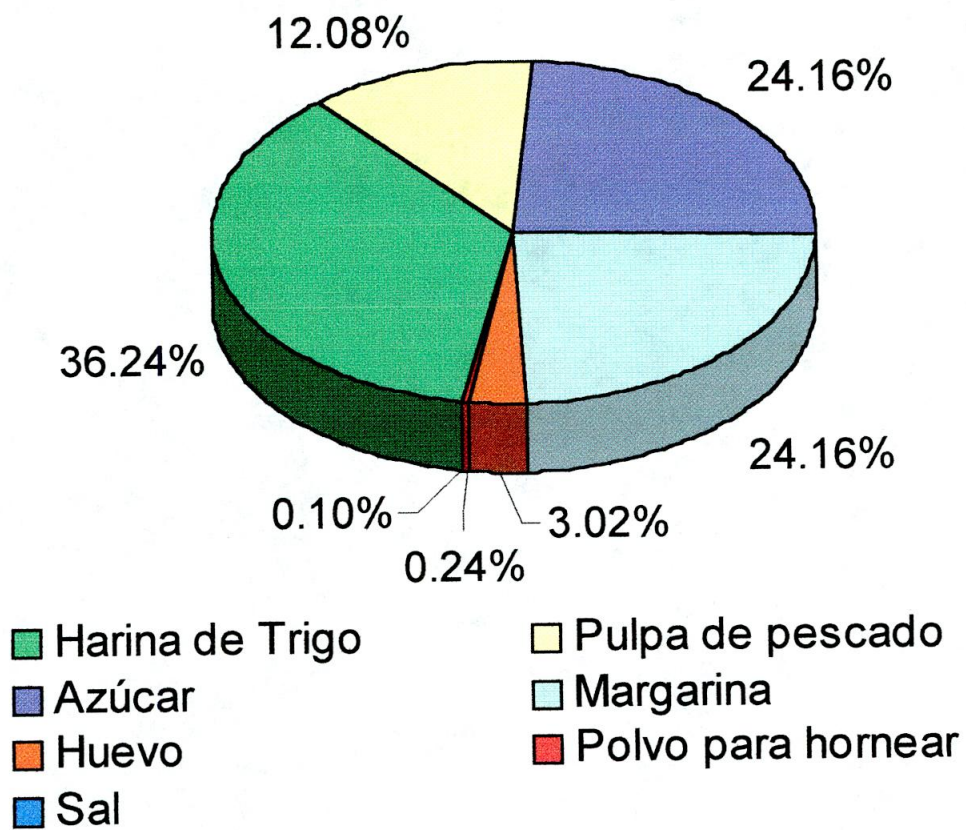
**Tabla 9. Distribución de ingredientes en la elaboración de galletas horneadas con y sin sustitución de harina del trigo por pulpa de pescado.**

Sustitución (Porcentaje)	Harina de Trigo (g)	Pulpa de pescado (g)	Azúcar (g)	Margarina (g)	Huevo (g)	Polvo para hornear (g)	Sal (g)	Peso total (g)
0	2000	0	1000	1000	125	10	4	4139
25	1500	500	1000	1000	125	10	4	4139
30	1400	600	1000	1000	125	10	4	4139
35	1300	700	1000	1000	125	10	4	4139

Fuente: Los autores

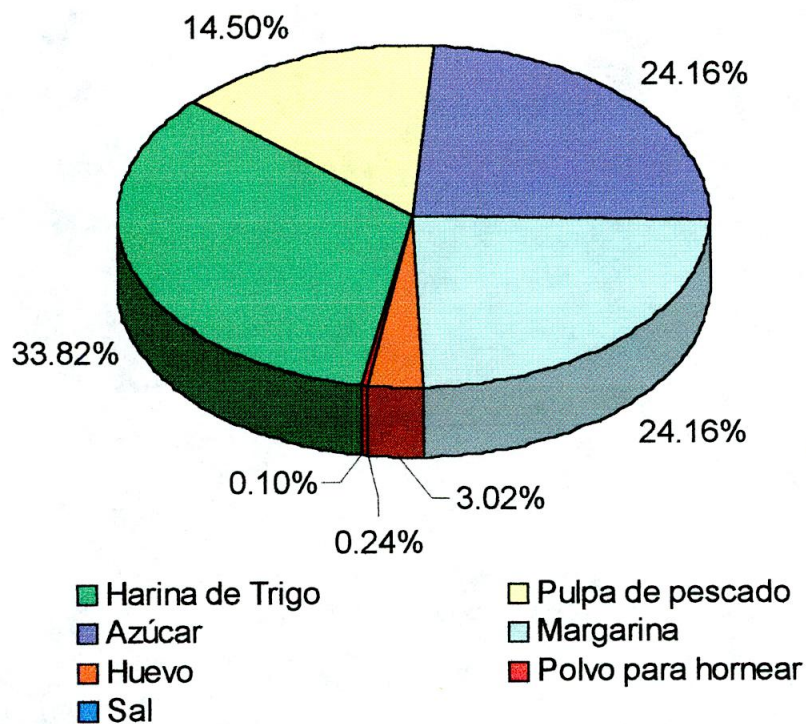


**Figura 6. Distribución porcentual de ingredientes en galletas elaboradas con la formulación Base**

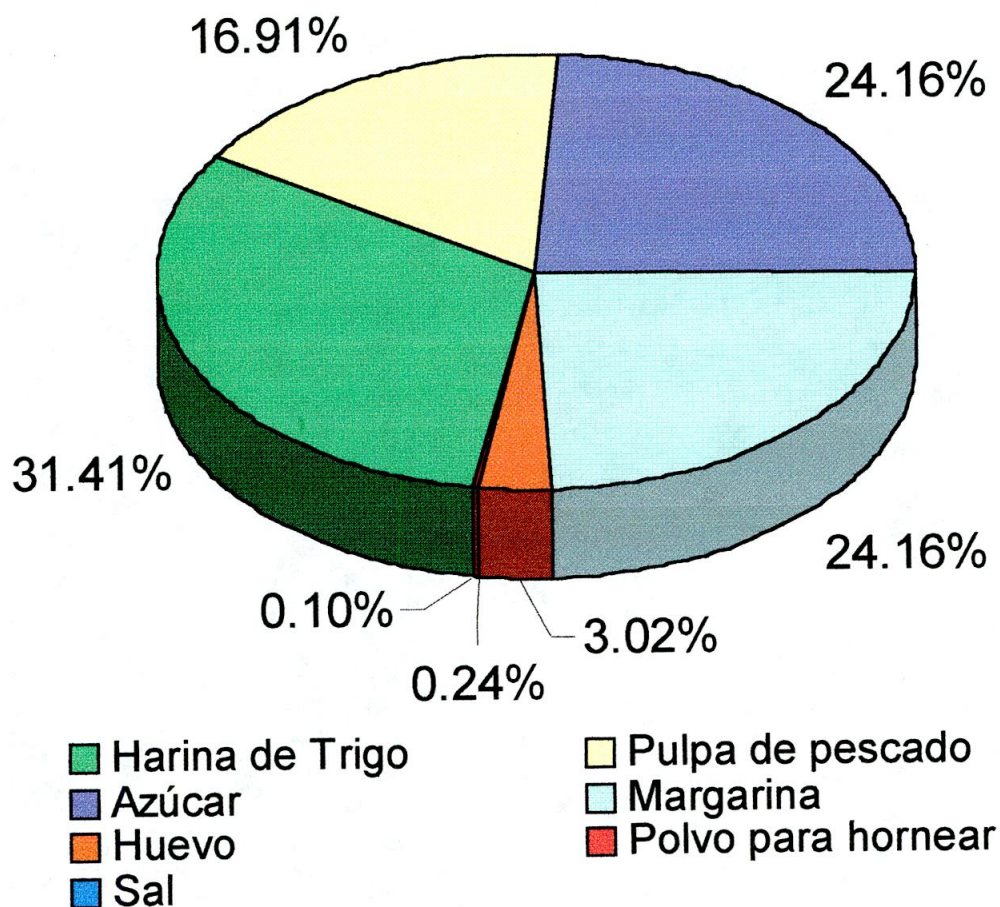


**Figura 7. Distribución porcentual de ingredientes en galletas elaboradas con la formulación con 25% de Pulpa de Pescado**





**Figura 8. Distribución porcentual de ingredientes en galletas elaboradas con la formulación con 30% de Pulpa de Pescado**



**Figura 9. Distribución porcentual de ingredientes en galletas elaboradas con la formulación con 35% de Pulpa de Pescado**

### 6.5.2 Homogenización

Inicialmente se realizó la mezcla de la margarina y el azúcar, tornándose una crema homogénea sin grumos, proceso que recibe el nombre de “cremado”, luego se agregaron los huevos y se continuó batiendo hasta lograr buen homogeneizado, tornándose más suave la crema. Después, en una tasa se adicionó la Harina de Trigo más el polvo para hornear de forma

dosificada para facilitar el batido y para que la masa no perdiera consistencia ni se endureciera, se agregó también leche paulatinamente.

Para la sustitución, se agregó a la masa base de galleta, pulpa de pescado, según la distribución porcentual establecida.

### **6.5.3 Mezclado**

Se efectuó otro homogenizado para buscar la completa uniformidad en los ingredientes básicos en la elaboración de galletas, con la pulpa de pescado.

### **6.5.4 Moldeado**

Se realizó con el fin de proporcionarles la forma deseada, a las galletas directamente sobre la bandeja de hornear.

### **6.5.5 Horneado**

Se hizo en un horno industrial para panadería, la temperatura de trabajo fue de 300 ° C, por un tiempo de 15 minutos. Las galletas se introdujeron al horno cuando se alcanzó la temperatura antes mencionada.

### **6.5.6 Reposo**

Al salir las galletas del horno se procedió a enfriarlas dejándolas (Figura 10.) reposar al medio ambiente una hora, en un lugar con buena ventilación,



con el fin de evitar que se quiebren al ser retiradas de la bandeja por el empacador.



**Figura 10. Galletas fortificadas con pulpa de Macabí *Elops saurus***

#### **6.5.7 Empaque**

El empaque constituye una parte muy importante en la etapa de investigación y desarrollo de nuevos productos pesqueros y que, además de contener y proteger el producto, sirve como medio de comunicación con el consumidor. En este producto se utilizaron bolsas de Polipropileno bioorientado (Figura 11.).



**Figura 11. Galletas empacadas en bolsas de Polipropileno**

### **6.5.8 Almacenado**

Las bolsas se colocaron en cajas de cartón y se almacenaron a medio ambiente.

## **6.6 METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS**

Los análisis Bromatológicos se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad del Magdalena una semana después de haber fabricado las galletas con y sin sustitución.

### **6.6.1 Determinación de Humedad**

Cinco gramos de la muestra se colocaron en una cápsula de porcelana (previamente tarada) y fueron sometidos a calentamiento en una estufa eléctrica con aire por convección a una temperatura entre 100° y 105° C



por 2 horas con el fin de eliminar toda el agua libre contenida en el producto.

### **6.6.2 Determinación de Proteína**

Se pesaron aproximadamente 0.5 g de la muestra y se transfiere a un balón micro-Kjeldahl de 50 ml .Se agregan 5 ml de ácido sulfúrico concentrado, 0.5 ml de la solución de ácido selenioso al 2% y una pizca de mezcla catalizadora (digestora). Se pone el balón en posición inclinada en la campana de aspiración del aparato de digestión. Se calienta suavemente, aumentando luego la temperatura se haga incolora o casi incolora. Prolongando entonces el calentamiento por 15 min.

Se enfría, y se le agregan 20 ml de agua destilada lavando las paredes del balón se enfría de nuevo se agregan 5 gotas de rojo de metilo, unos pedazos de piedra pómez granulada para evitar la ebullición brusca y se coloca el balón en el aparato de destilación.

Se ponen 100 ml de solución de ácido sulfúrico en un balón receptor y se agregan tres gotas de la solución de indicadores para titulación. Se calienta el balón por 20 a 30 min luego se titula la solución de amoníaco recogido en ácido sulfúrico con ácido clorhídrico estandarizado.



### **6.6.3 Determinación de Grasa**

Se pesaron 2 g de muestra, colocándose en el embudo de separación y se le adiciona 20 veces el volumen de la muestra, solvente (Cloroformo y metanol) en relación 1:1.. Se tapa y se agita por dos minutos para homogenizar la muestra..

Se filtra y al filtrado o parte grasosa se le mide el volumen en la probeta y se le adiciona el 20% de su volumen en agua destilada.

Se envasa nuevamente en el embudo de separación, donde se van a formar dos fases dejando la fase grasosa en el embudo y luego esta se transfiere a un Beaker, previamente pesado, limpio y seco. Luego con pinzas se coloca en la estufa a 70 - 80° C por 2-3 horas; se enfría y se pone en el desecador de vidrio por 15 min.

### **6.6.4 Determinación de Cenizas**

Se utilizó 5 g de muestra colocándose en una cápsula de porcelana previamente tarada. Antes de incinerarla en el horno de mufla la muestra se colocó sobre la llama de un mechero Bunsen para ser carbonizada, luego la muestra fue incinerada en un horno con termostato a 500°C durante 6 horas. Luego la cápsula se saca de la mufla, dejándose reposar al ambiente, posteriormente se coloca en el desecador de vidrio por 20 min. para ser pesada con el residuo.

#### **6.6.5 Determinación de Carbohidratos:**

Se determino a partir de la diferencia entre los componentes analizados y el 100 % de la galleta.

## 7 VARIABLES DEL ESTUDIO

**$Y_1$  = Materia prima**

$X_1$  = Harina de Trigo

$X_2$  = Pulpa de pescado

$Y_1 = f(X_1, X_2)$

**$Y_2$  = Formulaciones**

$X_3$  = Formulación Base

$X_4$  = Formulación 1

$X_5$  = Formulación 2

$X_6$  = Formulación 3

$Y_2 = f(X_3, X_4, X_5, X_6)$

**$Y_3$  = Control de calidad**

$X_7$  = Análisis Bromatológico

$X_8$  = Análisis Microbiológico

$X_9$  = Prueba de Degustación

$Y_3 = f(X_7, X_8, X_9)$

**$Y_4$  = Distribución de aminoácidos esenciales (Calidad aminocídica)**

$X_{10}$  = Masa Formulada

$X_{11}$  = Galletas Horneadas (100 g)



$X_{12}$  = Una sola galleta (según peso promedio)

$Y_4 = f(Y_3, X_{10}, X_{11}, X_{12})$

**$Y_5$  = Costo unitario de producción**

$X_{13}$  = Galletas horneadas según formulación base

$X_{14}$  = Galletas con sustitución del 25 %

$X_{15}$  = Galletas con sustitución del 30 %

$X_{16}$  = Galletas con sustitución del 35 %

$Y_5 = f(Y_4, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16})$

**Galletas horneadas fortificadas =  $f(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5)$**

## **8 ESPACIO GEOGRAFICO Y TEMPORAL DEL ESTUDIO**

### *Localización del área de estudio:*

El proyecto se realizó en el Distrito Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta, Departamento del Magdalena (Colombia) localizado a 11° 15' 18" N y 7° 13' 15" W con temperatura promedio de 30° C.

Se contó logísticamente con de las instalaciones del Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga para el procesamiento de la materia prima pesquera y de los laboratorios de Microbiología y Bromatología de la Universidad del Magdalena para los análisis respectivos.

Sin embargo, la aplicación de sus posible resultados positivos podrá llevarse a cabo en algunas ciudades de las costas colombianas o en poblaciones ribereñas que presenten actividades de pesquerías marinas o continentales.

## **9 RESULTADOS Y DISCUSION**

### **9.1 GENERALIDADES**

La elaboración de galletas horneadas, fortificadas con pescado, se realizó con la pulpa lavada y desodorizada, contrario a lo efectuado generalmente en Perú y el Ecuador donde la pulpa es cocinada antes de añadirla a la masa (Adición y mezcla de los ingredientes Base).

Las galletas se elaboraron en las instalaciones de la “Panadería Versailles”, Santa Marta, en un horno industrial a gas, de seis puestos, Marca PEISA. La temperatura de horno utilizada fue de 300° C, por 15 minutos. En la mezcla se tuvo en cuenta el orden de entrada de cada ingrediente, ya que buena parte de la calidad del producto final depende de dicho orden.

Durante el amasado de las formulaciones, se observó que la adición de la pulpa de pescado obligó a la masa a perder resistencia, dificultando la operación y haciéndose la maniobrabilidad inversamente proporcional al grado de sustitución.



De esa manera se estableció que las formulaciones con mejor disponibilidad para la manipulación física fueron las que contenían 25, 30 y 35% de sustitución de Harina de Trigo por Músculo de Pescado.

Con base a 4139 gramos de masa (adición y mezcla de los ingredientes base) se observó un rendimiento total de 70 galletas para la formulación base, con peso promedio por galleta de 35 gramos; de grosor promedio igual a 4.0 mm, oscilando entre un mínimo de 3.0 y un máximo de 4.3 mm. (Véase tablas 8, 9 y 10).

En la formulación con 25% de sustitución, con base a 4139 gramos de masa, se obtuvo un rendimiento total de 65 galletas, con peso promedio de <sup>2</sup>4,3 mm, oscilando entre 3,8 y 5,0 mm de espesor.

En la formulación con 30% de sustitución, y con base a 4139 gramos de masa, se obtuvo un rendimiento total de 68 galletas, con peso promedio por galleta de 45 gramos y espesor promedio de 4,5 mm, oscilando entre 3.7 y 5.0 mm. En la formulación con 35% de sustitución y con base a 4139 gramos se obtuvo un rendimiento total de 70 galletas, con peso promedio de 47 gramos y grosor promedio de 4,5 mm oscilando entre 3,8 y 5,2 mm, respectivamente.

En la Tabla 10 aparecen detallados los valores de diámetro máximo y mínimo, como también peso y rendimientos totales por formulación:

**Tabla 10. Tamaño, peso y rendimiento durante la elaboración de galletas horneadas.**

Formulación	Grosor por galleta			Peso por galleta			Rendimiento
	(mm)			(g)			
Porcentaje de	Ø	Ø	Ø	W	W	W	No. de
sustitución	min.	prom.	max.	min.	prom.	max.	galletas
0	3.00	4.00	4.30	33	35	40	70
25	3.80	4.30	5.00	35	43	50	65
30	3.70	4.50	5.00	35	45	50	68
35	3.80	4.50	5.00	35	47	52	70

Se deduce, a partir de la Tabla 10, cómo al incrementarse los niveles de pulpa de pescado, se incrementaron también algunas características físicas de las galletas (como grosor y peso).

### **9.1.1 Análisis bromatológico**

El resultado del Análisis Bromatológico refleja el nivel alimenticio de un producto, y para el presente trabajo los resultados muestran niveles satisfactorios de humedad, proteína, grasa, cenizas y carbohidratos (Tabla 11).

Las formulaciones fortificadas presentaron contenidos similares de humedad aparentemente no relacionados con los niveles de pulpa de pescado.

La cantidad de proteína determinada en las distintas formulaciones de galletas muestra una relación directa con los niveles de sustitución de pulpa de pescado resultando la formulación elaborada con 35% con el mayor contenido de proteína (18%). En lo referente a la humedad, aspecto de gran importancia, ya que proporciona una baja actividad acuosa, factor importante en la durabilidad, es notable el incremento en las formulaciones fortificadas (4.20%) sin que este incremento (hasta 9.09% en la formulación 3) ocasionara un pronto deterioro en las galletas. Con relación a las cenizas, se observa que todas las formulaciones son deficientes en cenizas y por ende, minerales en comparación a otros productos alimenticios, como Carne (3.60%); Leche (2.05%); Arroz (6.00%); Frijol, (4.00%); Pan (3.00%), Lentejas (2.50%); Arvejas (3.00%); Banano (3.50%); Papa (4.00%); Yuca (1.50%), entre otros.

Las galletas no fortificadas presentaron el mayor valor (0.78%) entre las formulaciones ensayadas quizás debido a sus niveles más altos de ingredientes de origen vegetal, los cuales en la mayoría de las ocasiones son más ricos en minerales que los de origen animal (Comunicación personal con el Licenciado en Química y Biología José Pacheco Ricaurte,



Especialista en Ciencias y Tecnología de Alimentos; Universidad del Magdalena, 1998).

Los porcentajes de grasa en las cuatro formulaciones variaron de 5.0, para la Formulación Base, hasta 12.40 en la formulación con 35% de sustitución (Tabla 11.)

Las galletas horneadas presentaron estabilidad durante la prueba de anaquel, siendo este un factor positivo para la prevención de posibles enranciamientos y oxidación del producto, en relación a los niveles de grasas observados.

**Tabla 11. Análisis Bromatológicos de galletas horneadas elaboradas con cuatro diferentes formulaciones.**

	<b>Formulación Base *(0%)</b>	<b>Formulación 1 *(25%)</b>	<b>Formulación 2 *(30%)</b>	<b>Formulación 3 *(35%)</b>
	<b>(g/100 g)</b>	<b>(g/100 g)</b>	<b>(g/100 g)</b>	<b>(g/100 g)</b>
Humedad	4.20	8.40	9.10	9.90
Proteína	5.12	10.30	12.60	18.00
Grasa	5.00	8.40	5.20	12.40
Cenizas	0.78	0.65	0.45	0.56
Carbohidratos**	84.90	71.55	73.35	59.14

\*Músculo de pescado por Harina de Trigo

\*\*Carbohidratos por diferencia

Fuente: Los autores

En la Figura 12 se realizó la comparación entre los componentes bromatológicos de cada una de las formulaciones, observándose que la proteína se encuentra en proporción directa con el porcentaje de sustitución. Se observa que los niveles de Humedad son inversamente proporcionales al contenido de Harina de Trigo. Además, los contenidos de carbohidratos indican que las formulaciones fortificadas con pulpa de pescado no sólo tienen una importancia proteica sino también energética.

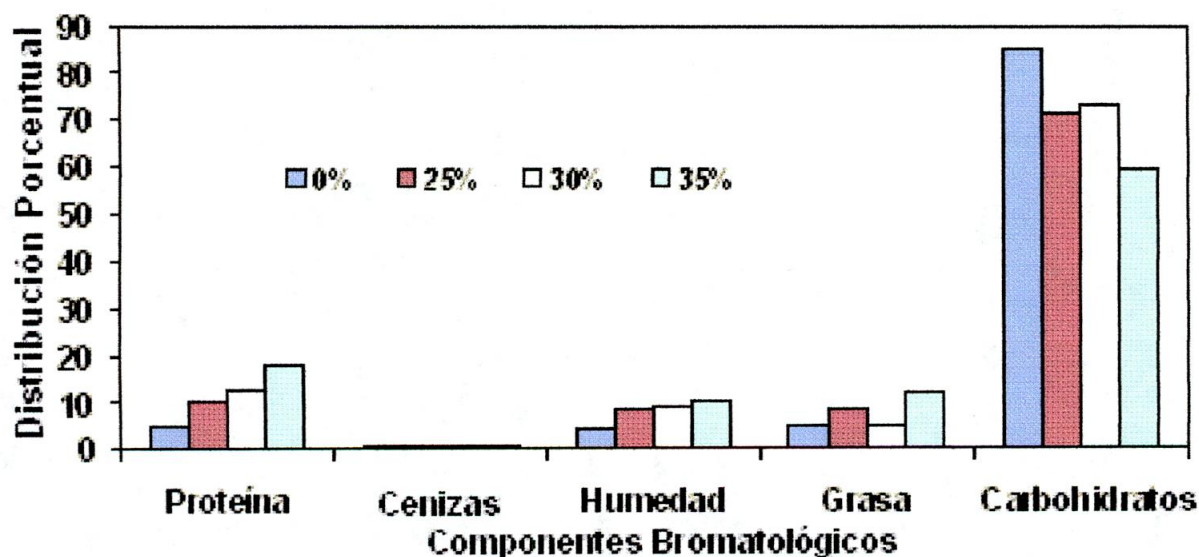


Figura 12. Comparación entre los niveles Bromatológicos de las diferentes galletas fortificadas con pulpa de Macabí (*Elops saurus*)

En la Tabla 11A se presentan las calorías determinadas por los factores de Atwater en las galletas horneadas, fabricadas con las cuatro tipos de formulaciones. El contenido energético varió entre 390.60 y 420.16 Kcal/100 g. Desde el punto de vista dietético, se muestra más conveniente

la formulación con 30% de sustitución pues del 100% de las calorías, sólo 11.98% proviene de grasas y el 75,12 % de carbohidratos, lo que quizás garantice, una mejor utilización del nivel de proteína presente (12.60 g/100g) (Lacera, A. Conferencia de Bromatología; Universidad del Magdalena, 1995)

**Tabla 11A. Energías aportadas por las galletas horneadas, determinadas según los factores de Atwater.**

FORMULACION BASE			
COMPONENTE	VALOR (g/100g)	ENERGIA (K cal/100g)	Porcentaje Energético
Proteína	5.12	20.48	5.05
Grasa	5.00	45.00	11.08
Carbohidratos	84.90	339.60	83.80
Total		405.08	100.00
FORMULACION CON 25% DE SUSTITUCION			
COMPONENTE	VALOR (g/100g)	ENERGIA (K cal/100g)	Porcentaje Energético
Proteína	10.30	41.20	10.22
Grasa	8.40	75.60	18.75
Carbohidratos	71.55	286.20	71.01
Total		403	100.00
FORMULACION CON 30 % DE SUSTITUCIÓN			
COMPONENTE	VALOR (g/100g)	ENERGIA (K cal/100g)	Porcentaje Energético (%)
Proteína	12.60	50.40	12.90
Grasa	5.20	46.80	11.98
Carbohidratos	73.35	293.40	75.11
Total		390.60	100.00
FORMULACION CON 35 % DE SUSTITUCIÓN			
COMPONENTE	VALOR (g/100g)	ENERGIA (K cal/100g)	Porcentaje Energético
Proteína	18.00	72.00	17.13
Grasa	12.40	111.60	26.56
Carbohidratos	59.14	236.56	56.30
Total		420.16	100.00

Fuente: Los autores



## 9.2 DISTRIBUCIÓN AMINOCÍDICA TEÓRICA

Se establecieron las relaciones aminocídicas teóricas en las cuatro formulaciones, con base en las tablas 12 y 13, donde aparecen los niveles de aminoácidos esenciales en diversos alimentos (como mg/g de Nitrógeno y mg/g de proteína, respectivamente).

La Tabla 13 se estableció dividiendo por el factor 6.25 los valores de AAE (mg/g de Nitrógeno), cuyos resultados se encuentran resumidos en la Tabla 12.

### 9.2.1 Distribución aminocídica en la formulación base de galletas horneadas.

Aparece en la Tabla 14 y se determinó de la siguiente manera:

La Harina de Trigo, en promedio, contiene 12% de proteína (12 gramos proteína/100 gramos de material alimenticio). La formulación base contiene 48.32 gramos de Harina de Trigo (Tabla 8), por lo cual el aporte en proteína es igual a:

100 g Harina de Trigo → 12 g proteína

48.32 g Harina de Trigo → X

$$X = \frac{48.32 \text{ g Harina de Trigo} \times 12 \text{ g de proteína de Harina de Trigo}}{100 \text{ g de proteína Harina de Trigo}}$$

X = 5.80 g de proteína/100 g de formulación

$$X = 5.80\% \text{ proteína (Derivada de Harina de Trigo)}$$

De acuerdo a la Tabla 13, cada gramo de proteína contribuye con la cantidad de aminoácido esencial (en mg/g de proteína), estipulada en las columnas para cada material alimenticio.

Así por ejemplo, en el caso de la Harina de Trigo cada gramo de su proteína contribuye con 32.60 mg de Isoleucina; 66.7 mg de Leucina; 28.60 mg de Lisina; y así sucesivamente. Entonces, en 100 gramos de proteína base (que contiene 5,80 gramos de proteína derivada de Harina de Trigo) los niveles totales de Isoleucina y Leucina son iguales a:

### I. Isoleucina

100% proteína Harina de Trigo → 32.6 mg Isoleucina/g de proteína

5.80% proteína Harina de Trigo → X

$$X = \frac{5.80 \% \text{ proteína harina de trigo} \times 32.6 \text{ mg de isoleucina /g proteína}}{100 \% \text{ proteína harina de trigo}}$$

X = 1.89 mg de Isoleucina/100 g de proteína (Harina de trigo)

$$X = 1.89\% \text{ proteína (Derivada de Harina de Trigo)}$$

### II. Isoleucina

100 % Proteína Harina de Trigo → 66.70 mg de Leucina / g. de proteína

5.80 % Proteína Harina de Trigo → X

$$X = \frac{5.80 \% \text{ proteína harina de trigo} \times 66.70 \text{ mg de Leucina/g proteína}}{100 \% \text{ proteína harina de trigo}}$$

$$X = 3.87 \text{ mg de Leucina/g Proteína de Harina de Trigo}$$

Los demás AAE fueron calculados de igual forma, cuyos valores se presentan en la Tabla 14 (literal A).

Por otro lado, en la formulación base se agregó 3.02 % de Huevo (3.02 g de Huevo/100 g de formulación), que contribuye con el siguiente nivel de proteína:

$$100 \% \text{ Proteína Huevo} \rightarrow 13.20 \text{ g de Proteína.}$$

$$3.02 \% \text{ Proteína Huevo} \rightarrow X$$

$$X = \frac{3.02 \% \text{ proteína Huevo} \times 13.20 \text{ g de proteína}}{100 \% \text{ Huevo}}$$

$$X = 0.40 \text{ g Proteína Huevo/100 g de formulación}$$

O sea: 0.40 % de proteína de Huevo

De igual forma, en la Tabla 13, cada g de la proteína de Huevo contribuye con los niveles de AAE para ellos descritos. Por lo que en 100 g de Formulación base, que contiene 0.40 g de proteína derivada de Huevo, los niveles de AAE (mg/g de proteína) son:

## I. Isoleucina



$$X = \frac{0.4 \% \text{ proteína de Huevo} \times 62.4 \text{ mg / g proteína}}{100 \% \text{ proteína huevo}} = 0.25 \text{ mg/g proteína}$$

**Tabla 12. Contenido de aminoácidos esenciales (mg/g de Nitrógeno) en diversos productos alimenticios.**

<b>Aminoácidos Esenciales AAE</b>	<b>Trigo (mg/g N)</b>	<b>Maíz (mg/g N)</b>	<b>Leche de Vaca (mg/g N)</b>	<b>Carnes de res (mg/g N)</b>	<b>Huevo de gallina (mg/g N)</b>	<b>Aroz (mg/g N)</b>	<b>Pulpa de pescado (mg/g N)</b>	<b>Frijol (mg/g N)</b>	<b>Patrón FAO-OMS 1985 (mg/g N)</b>
ISOLEUCINA	203.75	230.00	295.00	301.20	339.10	275.00	299.00	261.80	168.25
LEUCINA	4416.87	783.12	596.20	506.80	551.20	540.00	480.00	476.20	412.5
LISINA	178.75	166.80	486.80	556.20	436.20	237.50	569.00	450.00	175
AAS	253.12	216.80	208.10	211.20	361.80	240.60	253.00	121.20	156.25
AAA	468.75	543.70	633.10	500.00	556.20	534.30	474.00	483.70	378.25
TREONINA	183.12	225.00	278.10	286.80	320.00	216.80	286.00	248.10	212.5
TRIPTOFANO	64.37	43.71	88.10	70.00	93.10	88.10	70.00	63.20	68.75
VALINA	276.25	303.10	661.8	313.10	428.10	379.30	382.00	286.80	218.25

Fuente: Lacera, Rúa, A. Conferencia de Bromatología. Universidad del Magdalena, 1986

**Tabla 13 Contenido de aminoácidos esenciales (mg/g de Proteína) en diversos productos alimenticios**

Aminoácidos Esenciales AAE	Trigo (mg/g P)*	Maíz (mg/g P)	Leche de vaca (mg/g P)	Carne de res (mg/g P)	Huevo de gallina (mg/g P)	Aroz (mg/g P)	Pulpa de pescado (mg/g P)	Frijol (mg/g P)	Patrón FAO-OMS 1985 (mg/g P)
ISOLEUCINA	32.60	36.80	47.20	48.20	62.90	44.00	47.84	41.90	28.00
LEUCINA	66.70	125.30	95.40	81.10	88.20	86.40	76.80	76.20	66.00
LISINA	28.60	26.70	77.90	89.00	69.80	38.00	91.04	71.00	28.00
AAS	40.50	34.70	33.30	33.80	57.90	38.50	40.48	19.40	25.00
AAA	75.00	87.00	101.30	80.00	89.00	85.50	75.84	77.40	63.00
TREONINA	29.30	36.00	44.50	45.90	51.20	34.70	45.66	39.70	34.00
TRIPTOFANO	10.90	7.00	14.10	11.20	14.90	14.10	11.20	10.10	11.00
VALINA	44.20	48.50	57.90	50.10	68.50	60.70	61.12	45.90	35.00

Fuente: Lacera Rúa, A. Conferencia de Bromatología. Universidad del Magdalena, 1986

(\*) (mg / g Proteína )



## II. Leucina

$$X = \frac{0.40 \% \text{ proteína de Huevo} \times 88.2\text{mg/ g proteína}}{100 \% \text{ proteína huevo}} = 0.35\text{mg/g proteína}$$

Los demás valores de AAE que aparecen en la Tabla 14 (literales A) fueron establecidos de igual manera que para los 100 de formulación Base.

### 9.2.2 Distribución aminocídica en galletas horneadas, elaboradas según la formulación base.

Los cálculos se realizaron determinando, primero, la cantidad de materia seca inicial (MSi) en la masa preparada con los ingredientes establecidos con base en 2000 gramos de Harina de Trigo y peso total de masa igual a 4139 gramos; y, segundo, la materia seca final (MSf), determinada a partir del porcentaje de humedad de las galletas horneadas:

#### a) Materia Seca Inicial (MSi)

En el Anexo 1 se observa, en el balance de materiales, que esta formulación contiene 566.25 gramos de agua, para una masa total igual a 4.139 gramos; por lo cual 100 gramos de masa contienen:

4139 g de formulación → 566.25 g agua

100 g de formulación → X

$$X = \frac{100 \text{ g formulación} \times 566.25 \text{ g agua}}{4139 \text{ g de formulación}} = 13.68 \text{ g de agua}$$

**Tabla 14 Aminoácidos esenciales (mg AAE/g de proteína) en 100 gramos de formulación base de galletas horneadas.**

Aminoácidos Esenciales AAE	Proteína harina de trigo <sup>a</sup> (3.82%)			Proteína de Huevo <sup>b</sup> (0.4%)			Σ AAE			Patrón FAO/OMS 1985	Relación AAE/Patrón FAO-OMS/1985		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C		A	B	C
ISOLEUCINA	1.89	2.10	0.74	0.25	0.28	0.10	2.14	2.37	0.84	28.0	7.64	8.48	3.00
LEUCINA	3.86	4.28	1.49	0.35	0.39	0.14	4.21	4.67	1.63	66.00	6.38 <sup>3</sup>	7.07 <sup>3</sup>	2.47 <sup>3</sup>
LISINA	1.65	1.83	0.64	0.28	0.31	0.11	1.93	2.14	0.75	28.00	6.89	7.64	2.68
AAS	2.34	2.60	0.90	0.23	0.26	0.09	2.57	2.85	0.99	25.00	10.28	11.40	3.96
AAA	4.35	4.82	0.68	0.36	0.40	0.14	4.71	5.22	0.82	63.00	7.48	8.29	1.30
TREONINA	1.69	1.87	0.65	0.21	0.23	0.08	1.90	2.11	0.73	34.00	5.58 <sup>1</sup>	6.20 <sup>1</sup>	2.15 <sup>1</sup>
TRIPTOFANO	0.63	0.70	0.24	0.06	0.07	0.02	0.69	0.77	0.26	11.00	6.27 <sup>2</sup>	6.96 <sup>2</sup>	2.36 <sup>2</sup>
VALINA	2.56	2.84	0.99	0.27	0.30	0.11	2.83	3.14	1.10	35.00	8.09	8.97	3.14
Relación Leucina/Isoleucina	2.04	2.04	2.04	1.40	1.40	1.40	1.97	1.97	1.97				

Fuente: Los autores:

a y b .Con Base en las Tablas 8 y 9

(<sup>1</sup>) Puntaje Químico; (<sup>2</sup>) Segundo Limitante; (<sup>3</sup>) Tercer Limitante

A. Distribución aminocídica en la formulación

B. Distribución aminocídica en 100 g de galleta

C. Distribución aminocídica en una galleta de 35 g

Materia seca inicial = 100 g - g de agua

(Msi) = 100 g – 13.68 g de agua

(Msi) = 86.31 g

b) Materia seca final (Msf)

En la Tabla 11 aparecen los resultados Bromatológicos de las galletas horneadas sin sustitución, siendo la humedad igual a 4.20%

(MSf) = 100 g – 4.20 g = 95.80 g

Ahora se relacionan los niveles de materia seca entre sí, y con los otros componentes:

$$\frac{(MSi)}{(AAEi)} = \frac{(MSf)}{(AAEf)} \Rightarrow (AAEf) = \frac{(MSf)}{(MSi)} * (AAEi)$$

Donde:

(Msi) = Materia seca inicial presente en 100 gramos de masa inicial elaborada con la formulación de ingredientes para la galleta horneada base.

(Msf) = Materia seca final presente en 100 gramos de galleta horneada, fabricada con la formulación base.



(AAE<sub>i</sub>) = Nivel de aminoácidos esenciales (mg/g proteína) en 100 gramos de formulación base (Tabla 14).

Entonces se realizaron los siguientes cálculos

Isoleucina (En 100 g de galletas)

I) (Isoleucina)<sub>i</sub> = Isoleucina en 100 g de formulación base (Tabla 14; literal A) = 1.89 mg / g proteína

II) (Isoleucina)<sub>f</sub> = Isoleucina en 100 g de galletas, provenientes de la Harina de Trigo

III) (MS)<sub>i</sub> = Materia seca inicial en 100 g de formulación, igual a 86.31g

IV) (MS)<sub>f</sub> = Materia seca final en galletas horneadas (95.80 g)

Isoleucina/100 g galleta horneada =  $\frac{(95.80 \text{ g})}{(86.31 \text{ g})} \times 1.89 \text{ mg/g de proteína}$

Isoleucina = 1.1 x 1.89 mg/ g de proteína = 2.1 mg/g de proteína

Leucina /100 g de galleta horneada = 1.1 x 3.86 mg/g proteína

Leucina = 4.25 mg/g proteína

El resto de valores corresponde a la cantidad de AAE (mg/g de proteína de Harina de Trigo) resumido en la Tabla 14, literal B calculado de igual forma utilizando el factor 1.1

En referencia al aporte de AAE en el producto final, al agregar la proteína de Huevo, los cálculos fueron los siguientes.

(Isoleucina)<sub>i</sub> = Isoleucina inicial en 100 gramos de formulación base, proveniente de proteína de Huevo (Tabla 14; literal A).

(Isoleucina)<sub>f</sub> = Isoleucina en 100 gramos de galletas provenientes de la proteína del Huevo (Tabla 14; literal A).

Las masas secas inicial y final corresponden, asimismo, a los valores establecidos en el caso del aporte proteínico de la Harina de Trigo.

Isoleucina en 100 de galletas horneadas =  $\frac{(MS_f)}{(MS_i)}$  x Isoleucina en formulación (mg/g de proteína)

Isoleucina 100 g de galletas horneadas = 1.1 x 0.25 mg/g proteína = 0.28 mg/g de proteína (de Huevo)

Leucina 100 g de galletas horneadas = 1.1 x 0.35 mg/g proteína = 0.39 mg/g proteína

Los demás aminoácidos esenciales se calcularon de igual forma (Tabla 14; Literal B).

En la Tabla 14 (Literal C) también se relaciona el aporte de AAE (mg/g de proteína) dado por una sola galleta. Para la cual se tuvo en cuenta su peso promedio, 35 gramos (Tabla 10)

Según la Tabla 14 (Literal B), 100 gramos de galleta horneada contribuyen con 2.10 mg de Isoleucina/g de proteína, derivada de la proteína de la Harina de Trigo, y con 0.28 mg de Isoleucina /g de proteína derivada de la proteína de Huevo. Por lo tanto, para una galleta horneada de 35 gramos los aportes son:

I) Isoleucina

100 g galleta → 2.10 mg Isoleucina/g proteína de Harina de Trigo

36 g galleta → X

$$X = \frac{35 \text{ g galleta} \times 2.10 \text{ mg de isoleucina /g proteína}}{100 \text{ g de galleta}} = 0.74 \text{ mg/g de Proteína}$$

Por otro lado:

100 g galleta → 0.28 mg Isoleucina/g proteína de Huevo

35 g galleta → X

$$X = \frac{35 \text{ g de galleta} \times 0.28 \text{ mg de isoleucina /g proteína de huevo}}{100 \text{ g de galleta}}$$



$X=0.10$  mg Isoleucina/g de proteína (derivada de Huevo)

Todos los demás valores de AAE fueron determinados aplicando el factor 0.35 (Tabla 14; literal C)

### **9.2.3 Distribución Aminocídica en Formulación de galletas horneadas sustituyendo Harina de Trigo por Músculo de Pescado (Tabla 15)**

#### **9.2.3.1 Sustitución con 25% de músculo de pescado por Harina de Trigo (Formulación 1)**

Tal como se ha establecido con anterioridad, la Formulación Base contiene 48.32 gramos de Harina de Trigo por cada 100 gramos de ella (Tabla 8). Entonces, si se sustituye un 25 % de dicha Harina de Trigo por músculo de pescado, la distribución de estos materiales alimenticios será la siguiente:

*En la Masa Formulada.*

Músculo de pescado:

100% Harina de Trigo → 48.32 g (en la formulación Base)

25% de músculo de pescado → X

$$X = \frac{48.3g \text{ de Harina de Trigo} \times 25\% \text{ de Músculo de Pescado}}{100\% \text{ de Harina de Trigo}}$$

$X=12.08$  g de Pulpa de Pescado

Entonces, en esta formulación la cantidad de Harina Trigo es igual a:  
 $48.32\text{g} - 12.08\text{g} = 36.24\text{g}$  de Harina de Trigo

Ahora, de igual forma a lo discutido para la Formulación Base, deben establecerse los niveles porcentuales de proteína, derivadas de Harina de Trigo y Huevo, respectivamente.

I) Proteína de Harina de Trigo

100 g Harina de Trigo  $\rightarrow$  12 g proteína

36.24 g Harina Trigo  $\rightarrow$  X

$$X = \frac{36.24\text{g de Harina de trigo} \times 12.0\text{ g de proteína}}{100\text{ g de Harina de trigo}}$$

$$X = 4.35\text{ g de proteína} / 100\text{ g de formulación}$$

$$X = 4.35\% \text{ de proteína (derivado de Harina de Trigo)}$$

En la Tabla 15 (Literal A) se presentan los valores de aminoácidos esenciales (mg/g de proteína) con que la proteína de Harina de Trigo contribuye a esta formulación, calculados mediante la multiplicación del factor  $4.35/100 = 0.0435$  por los niveles de aminoácidos esenciales presentes en dicha harina (Tabla 13).

II) Proteína de músculo de pescado

100 g músculo de pescado  $\rightarrow$  18 g proteína

12.08 g músculo de pescado → X

$$X = \frac{12.0 \text{ g de músculo de pescado} \times 18.0 \text{ g de proteína}}{100 \text{ g de músculo de pescado}}$$

$$X = 2.17 \text{ g de proteína} / 100 \text{ g de formulación}$$

$$X = 2.17\% \text{ de proteína (derivado de músculo de pescado)}$$

En galletas horneadas, formuladas con sustitución del 25%:

Del Anexo 2 se deduce que 4139 g de formulación contienen 856.25 g de agua. Por lo tanto, su contenido porcentual de agua es igual a:

$$X = \frac{100 \text{ g formulación} \times 856.25 \text{ g agua}}{4139 \text{ g de formulación}} = 20.69 \text{ gramos de agua} / 100 \text{ g de formulación}$$

$$\text{Materia seca inicial} = 100 \text{ g} - 20.69 \text{ g} = 79.31 \text{ g}$$

En la Tabla 11 se observa que la humedad final en las galletas horneadas, elaboradas con la formulación 1, es igual a 8.40%

(8.40 g/ 100 g), entonces :

$$\text{Materia seca final} = 100 \text{ g} - 8.40 \text{ g} = 91.60 \text{ g}$$

De donde:



$$(AAE_f) \text{ (en 100 g de galletas)} = \frac{(MS_f)}{(MS_i)} * (AAE_i) \text{ (Tabla 15, literal A)}$$

Por ejemplo:

$$\text{Leucina (en 100 g de galleta)} = \frac{91.60 \text{ g} \times 2.90 \text{ mg /g de proteína}}{79.31 \text{ g}}$$

$$= 3.35 \text{ mg /g de proteína}$$

$$\text{Isoleucina} = \frac{91.60 \text{ g} \times 1.41 \text{ mg /g de proteína}}{79.31 \text{ g}}$$

$$\text{Isoleucina} = 1.63 \text{ mg / g de proteína}$$

De igual forma se obtuvieron los valores para las otras fuentes de proteína que aportan AAE, tanto en la masa formulada y fortificada con músculo de pescado como para 100 gramos de galletas horneadas (Tabla 15; Literales A y B).

Se deduce que cada galleta horneada, con peso promedio de 43.0 gramos, aporta:

Leucina (derivada de la proteína de la Harina de Trigo):

$$100 \text{ g galleta} \rightarrow 3.35 \text{ mg de Leucina / g de proteína}$$

$$43.0 \text{ g de galleta} \rightarrow X$$

$$X = \frac{43 \text{ g galleta} \times 3.35 \text{ mg de leucina/g de proteína}}{100 \text{ g galleta}}$$

$$X = 1.44 \text{ mg de Leucina/ g de proteína}$$

Leucina (por cada galleta): 1.44 mg/g de proteína

Leucina (derivada de la proteína del músculo de pescado):

100 g galleta → 3.85 mg de Leucina / g de proteína

43.0 g de galleta → X

$$X = \frac{43 \text{ g galleta} \times 3.85 \text{ mg de leucina/g de proteína}}{100 \text{ g galleta}}$$

$$X = 1.65 \text{ mg Leucina/ g de proteína}$$

X = Leucina (por galleta) = 1.65 mg Leucina/ g de proteína de pescado

Leucina (derivada de la proteína del Huevo):

$$X = \frac{43 \text{ g galleta} \times 0.40 \text{ mg leucina/g proteína}}{100 \text{ g galleta}}$$

$$X = 0.17 \text{ mg Leucina /g de proteína}$$

Leucina por galleta = 0.17 mg /g de proteína de Huevo

#### **9.2.4 Sustitución con 30 y 35 % de músculo de pescado por Harina de Trigo**

Se realizaron las mismas operaciones y cálculos anteriormente descritos. Los resultados se presentan en la figura 12 y en las tablas 16 y 17, y en la figura 13 respectivamente.

**Tabla 15. Aminoácidos esenciales (mg/g de proteína) en 100 gramos de formulación de galletas horneadas, sustituyendo el 25% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.**

Aminoácidos Esenciales AAE	Proteína Harina de Trigo <sup>a</sup> (4.35%)			Proteína pulpa de pescado <sup>a</sup> (2.17%)			Proteína Huevo <sup>b</sup> (0.4%)			Σ AAE			Patrón FAO-OMS / 85	Relación AAE / Patrón FAO-OMS / 1985		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		A	B	C
ISOLEUCINA	1.41	1.63	0.70	2.08	2.40	1.05	0.25	0.29	0.12	3.74	4.32	1.87	28.0	13.36	15.43	6.68
LEUCINA	2.90	3.35	1.44	3.34	3.86	1.65	0.35	0.40	0.17	6.59	7.61	3.26	66.00	9.98 <sup>2</sup>	11.53 <sup>2</sup>	4.94 <sup>2</sup>
LISINA	1.24	1.43	0.61	3.96	4.57	1.96	0.28	0.32	0.13	5.48	6.33	2.70	28.00	19.57	22.61	9.64
AAS	1.76	2.03	0.87	1.76	2.03	0.87	0.23	0.27	0.11	3.75	4.33	1.85	25.00	15.00	17.32	7.40
AAA	3.26	3.77	1.61	3.29	3.80	1.62	0.36	0.42	0.17	6.91	7.98	3.40	63.00	10.97	12.67	5.40
TREONINA	1.27	1.47	0.62	1.99	2.30	0.98	0.21	0.24	0.10	3.47	4.01	1.70	34.00	10.20 <sup>3</sup>	11.79 <sup>3</sup>	5.00 <sup>3</sup>
TRIPTOFANO	0.47	0.54	0.23	0.48	0.55	0.23	0.06	0.07	0.02	1.01	1.17	0.48	11.00	9.18 <sup>1</sup>	10.64 <sup>1</sup>	4.37 <sup>1</sup>
VALINA	1.92	2.22	0.95	2.65	3.06	1.31	0.27	0.31	0.13	4.84	5.59	2.39	35.00	17.29	19.96	8.54
Relación Leucina/Isoleucina	2.05	2.05	2.05	1.60	1.60	1.60	1.40	1.40	1.40	176	1.76	1.76				

Fuente: Los autores:

a y b .Con Base en las Tablas 8 y 9

(<sup>1</sup>) Puntaje Químico; (<sup>2</sup>) Segundo Limitante; (<sup>3</sup>) Tercer Limitante

A. Distribución aminocídica en la formulación

B. Distribución aminocídica en 100 g de galleta

C. Distribución aminocídica en una galleta de 43 g



**Tabla 16. Aminoácidos esenciales (mg/g de proteína) en 100 gramos de formulación de galletas horneadas, sustituyendo el 30% de Harina de Trigo por Pulpa de Pescado.**

Aminoácidos Esenciales AAE	Proteína Harina de Trigo <sup>a</sup> (4.05%)			Proteína pulpa de pescado <sup>a</sup> (2.60%)			Proteína <sup>b</sup> de Huevo (0.4%)			Σ AAE			Patrón FAO/OMS /85	Relación AAE /Patrón FAO-OMS /1985		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		A	B	C
ISOLEUCINA	1.32	1.51	0.67	1.93	2.21	0.99	2.54	2.91	1.30	5.79	6.63	2.96	28.0	20.67	23.67	10.57
LEUCINA	2.70	3.09	1.39	3.11	3.56	1.60	3.57	4.09	1.84	9.38	10.7	4.83	66.00	14.21 <sup>2</sup>	16.27 <sup>2</sup>	7.31 <sup>2</sup>
LISINA	1.15	1.31	0.58	3.68	4.21	1.89	2.82	2.23	1.00	7.65	7.75	3.47	28.00	27.32	31.25	14.00
AAS	1.64	1.87	0.84	1.63	1.86	0.83	2.34	2.68	1.20	5.61	6.41	2.87	25.00	32.44	25.64	11.48
AAA	3.03	3.47	1.56	3.07	3.51	1.57	3.60	4.12	1.85	9.70	11.1	4.98	63.00	15.39	17.61	7.90
TREONINA	1.18	1.35	0.60	1.85	2.12	0.95	2.07	2.37	2.06	5.10	5.84	3.57	34.00	15.00 <sup>3</sup>	17.17 <sup>3</sup>	10.50 <sup>3</sup>
TRIPTOFANO	0.44	0.80	0.22	0.45	0.51	0.22	0.60	0.68	0.30	1.49	1.69	0.74	11.00	13.64 <sup>1</sup>	15.36 <sup>1</sup>	6.72 <sup>1</sup>
VALINA	1.79	2.05	0.92	2.47	2.83	1.27	2.77	3.17	1.42	7.03	8.05	3.61	35.00	20.08	23.00	10.31
Relación Leucina/Isoleucina	2.04	2.04	2.04	1.61	1.61	1.61	1.40	1.40	1.40	1.62	1.62	1.62				

Fuente: Los autores:

a y b .Con Base en las Tablas 8 y 9

(<sup>1</sup>) Puntaje Químico; (<sup>2</sup>) Segundo Limitante; (<sup>3</sup>) Tercer Limitante

A. Distribución aminocídica en la formulación

B. Distribución aminocídica en 100 g de galleta

C. Distribución aminocídica en una galleta de 45 g

**Tabla 17. Aminoácidos esenciales (mg AAE/g de proteína) en 100 gramos de formulación de galletas horneadas, sustituyendo el 35% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.**

Aminoácidos Esenciales AAE	Proteína Harina de Trigo <sup>a</sup> (3.82%)			Proteína pulpa de pescado <sup>a</sup> (3.02%)			Proteína <sup>b</sup> de Huevo (0.4%)			Σ AAE			Patrón FAO/OMS /85	Relación AAE /Patrón FAO-OMS /1985		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		A	B	C
ISOLEUCINA	1.24	1.39	0.64	1.82	2.03	0.95	2.40	2.68	1.25	5.46	6.10	2.84	28.0	19.50	21.78	10.14
LEUCINA	2.47	2.76	1.29	2.93	3.27	1.53	3.36	3.75	1.76	8.76	9.78	4.58	66.00	13.27 <sup>2</sup>	14.83 <sup>2</sup>	6.94 <sup>2</sup>
LISINA	1.09	1.22	0.56	3.47	3.88	1.81	2.66	2.97	1.39	7.22	8.06	3.76	28.00	25.79	28.80	13.43
AAS	1.54	1.72	0.80	1.54	1.72	0.80	2.21	2.47	1.56	5.29	5.91	3.16	25.00	21.16	23.64	12.64
AAA	2.80	3.13	1.46	2.89	3.23	1.51	3.39	3.79	1.77	9.08	10.1	4.74	63.00	14.41	16.10	7.52
TREONINA	1.11	1.24	0.57	1.74	1.94	0.91	1.95	2.18	1.01	4.80	5.36	2.49	34.00	14.11 <sup>3</sup>	15.76 <sup>3</sup>	7.32 <sup>3</sup>
TRIPTOFANO	0.41	0.46	0.21	0.42	0.47	0.21	0.56	0.63	0.29	1.39	1.55	0.71	11.00	12.03 <sup>1</sup>	14.05 <sup>1</sup>	6.48 <sup>1</sup>
VALINA	1.68	1.88	0.87	2.33	2.60	1.22	2.61	2.92	1.36	6.62	7.39	3.45	35.00	23.64	26.41	12.32
Relación Leucina/Isoleucina	2.00	2.00	2.00	1.61	1.61	1.61	1.40	1.40	1.40	1.60	1.60	1.61				

Fuente: Los autores:

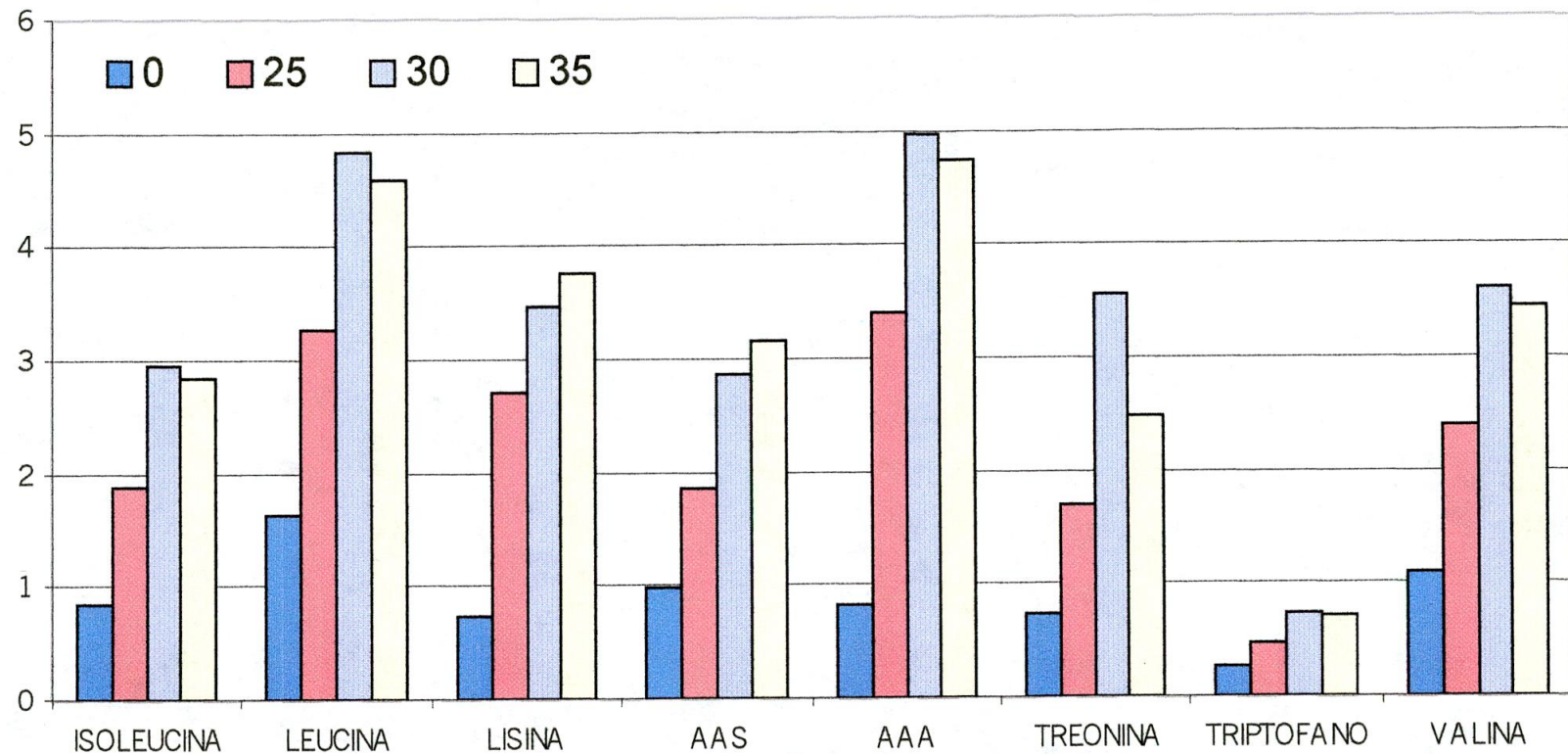
a y b .Con Base en las Tablas 8 y 9

(<sup>1</sup>) Puntaje Químico; (<sup>2</sup>) Segundo Limitante; (<sup>3</sup>) Tercer Limitante

A. Distribución aminocídica en la formulación

B. Distribución aminocídica en 100 g de galleta

C. Distribución aminocídica en una galleta de 47 g

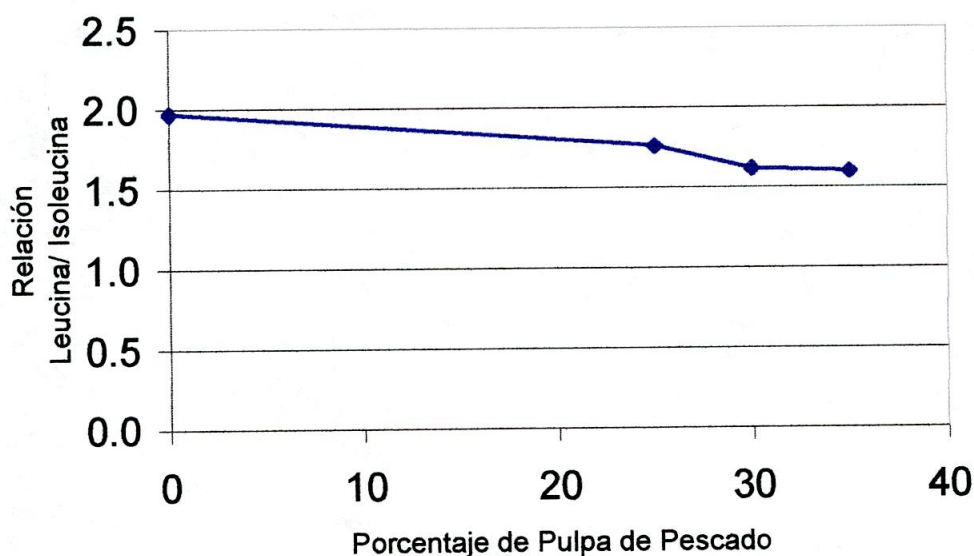


**Figura 13. Composición de aminoácidos en las formulaciones base y fortificadas con músculo de pescado**



### 9.2.5 Relación Leucina/Isoleucina

En las tablas 14, 15, 16 y 17 se observa que la relación Leucina/Isoleucina, mejora en la masa formulada y las galletas horneadas, Literales A, B y C , a medida que se incrementa el nivel de sustitución de Harina de Trigo por Pulpa de Pescado (Figura 14).



**Figura 14. Relación Leucina /Isoleucina en Galletas Horneadas**

El valor Leucina/Isoleucina se determinó, en cada caso de galletas horneadas, relacionando entre sí el valor de cada uno de los AAE (resumidos en los literales A, B y C). Las relaciones Leucina / Isoleucina (establecidos con la sumatoria de cada uno de estos AAE) fue igual a: 1.97 (Formulación Base; 100 g de galleta horneada y en una galleta horneada de 35 g); 1.76 ( Formulación con sustitución del 25 %, en 100 g de galleta Horneada y en una galleta de 43 g); 1.62 ( Formulación con 30% de sustitución, en 100 g de galleta de 45g) y en

una galleta de 45 g) y 1.60 (Formulación con sustitución del 35%, en 100 g de galleta y una sola galleta de 47 g); Tablas 14, 15, 16 y 17. Comparando las relaciones Leucina/Isoleucina determinadas en las formulaciones y en las galletas horneadas, con los de otros materiales alimenticios se deduce que hubo un mejoramiento nutricional; por ejemplo: en la proteína de Maíz esta relación es 3.40; en el Sorgo, 3.39; cuyas proteínas son de segunda clase (de baja calidad). En cambio las proteínas de primera clase muestran bajas relaciones Leucina/Isoleucina: Huevo, 1.63; Carne, 1.68; Pescado, 1.61; Leche, 2.02; Frijol, 1.82 (uno de los compuestos alimenticios vegetales con proteína de buena calidad) ( Tablas 12 y 13)

#### **9.2.6 Puntaje Químico**

Está establecido que los déficit o superhábit de AAE en una proteína pueden determinarse comparando el valor de cada uno de dichos AAE con el valor del respectivo patrón de AAE recomendado por la FAO-OMS /1985. Entonces, el Escore o Puntaje Químico, llamado también Primer Limitante, corresponde a aquél aminoácido esencial cuya relación porcentual es la menor entre todas las relaciones. El inmediatamente mayor es el Segundo Limitante, y así sucesivamente. Para la presente investigación, estas relaciones se presentan en las tablas 14, 15, 16 y 17.

En la tabla 14 se presentan los resultados obtenidos al dividir los niveles de AAE por los valores correspondientes del patrón FAO-OMS/1985. Se aclara que la cantidad de aminoácido esencial corresponde a la sumatoria obtenida al considerar los aporte hechos de dicho AAE por las cantidades porcentuales de proteínas de Trigo , Huevo y Músculo de Pescado (en el caso de las fortificaciones elaboradas con sustitución), respectivamente. En los literales A, B y C aparecen las relaciones AAE/Patrón FAO-OMS/ 1985 para la sumatoria de cada aminoácido presente en la masa de Formulación Base en 100 g de galletas horneadas y una sola galleta de 35 g, respectivamente.

En este caso, se deduce que la masa formulada tiene como Puntaje Químico la Treonina (5.18%); como Segundo Limitante al Triptofano (6.27%) y Tercer Limitante, a la Leucina (6.38%). En las galletas horneadas el comportamiento fue el mismo, aunque el déficit relativo con relación al patrón FAO-OMS/1985 es menor: Puntaje Químico, Treonina (6.20%); Segundo Limitante Triptofano (6.26%) y Tercer Limitante Leucina (2.47%). En las tablas 15, 16 y 17 se deduce con claridad cómo a medida que se sustituye progresivamente Harina de Trigo por Pulpa de Pescado, cada tipo de formulación incrementa, asimismo, el total de un AAE particular. La cual tuvo también un efecto positivo en el aumento de las relaciones AAE / patrón FAO-



OMS/1985 (Véase ΣAAE y las ultimas columnas en las tablas antes mencionadas). La excepción a este comportamiento lo mostró la formulación con 30% de sustitución.

Como efecto inmediato de la sustitución creciente de Músculo de Pescado, las masas de las tres formulaciones tienen como Puntaje Químico (Primer Limitante o score Químico) al Triptofano (9.18%, formulación con 25%; 13.64 %, formulación con 30%, y 12.03 % formulación con 35%). Como Segundo Limitante a la Leucina (9.98% con 25% de sustitución; 14.21% con treinta por 30 % de sustitución y 13,27% , con 35% de sustitución). Y como Tercer Limitante a la Treonina (10.20%; 15.00% y 14.11%, respectivamente).

Las galletas horneadas fabricadas con Músculo de Pescado , muestran las mismas tendencias relativas al orden de limitancia aminocídica y en el incremento de la suma total de cada AAE.

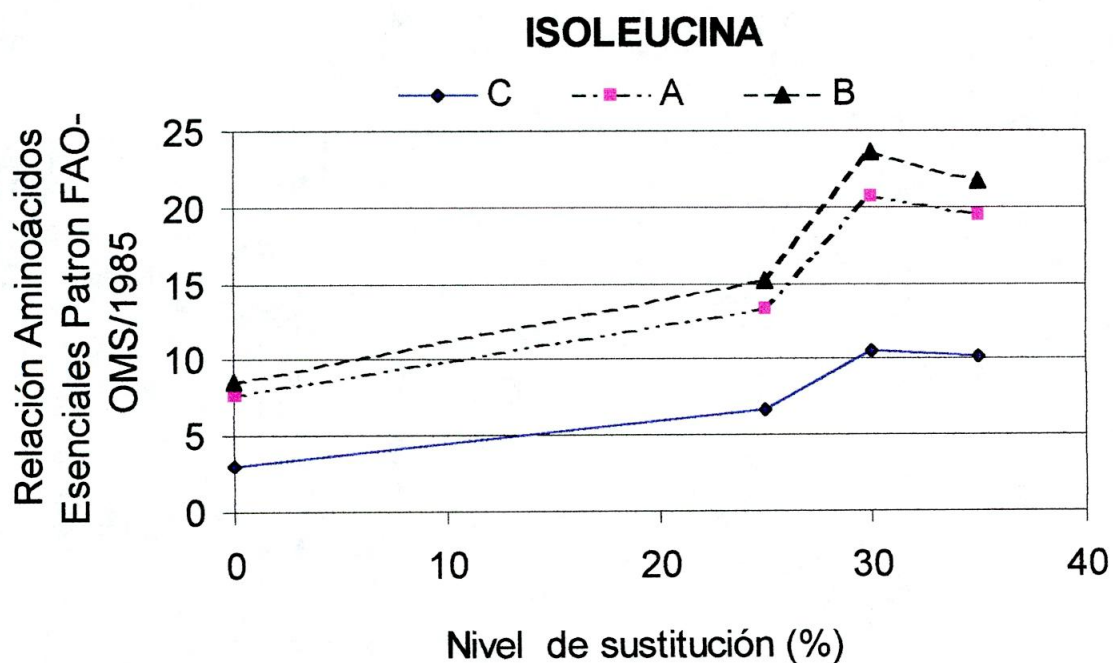
No obstante se debe tener en cuenta que en las formulaciones ( con y sin sustitución) de galletas horneadas hay déficit relativo de cada uno de los ocho AAE con su respecto a su patrón FAO-OMS/85. Pero también es cierto que la sustitución produjo un incremento positivo en los niveles de AAE en la masa y en las galletas horneadas, en comparación a los productos fabricados con la Formulación Base.

### 9.2.7 Nivel máximo de sustitución

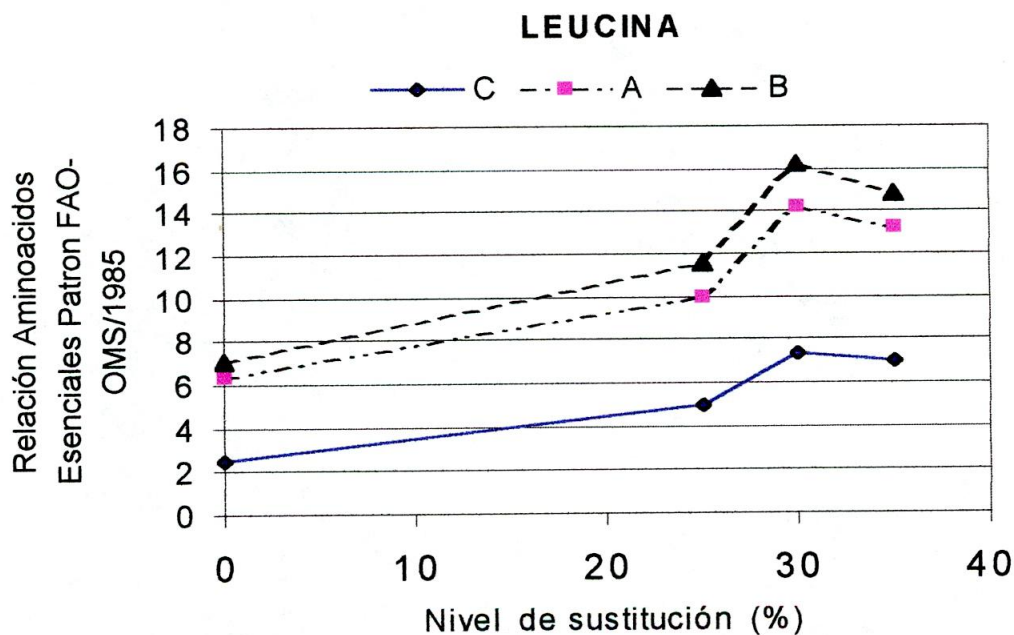
Para establecer este criterio se llevó a un gráfico, para cada AAE y en cada tipo de formulación, la relación  $\Sigma$  AAE/Patrón FAO-OMS/85 vs Nivel de Sustitución de Harina de Trigo (0; 25; 30 y 35%). Las consecuencias más importantes de destacar, dentro de estas comparaciones, son: con la excepción de la Valina, los AAE presentaron un incremento proporcional constante de su relación con el respectivo patrón de la FAO-OMS 1985 vs Nivel de Sustitución (hasta el 30%).

Al sustituir por encima del 30% con Músculo de Pescado comienza a disminuir la anterior tendencia, tal como se observa al considerar la sustitución con 35%.

Por otro lado, este comportamiento lo presentaron la masa inicial y las galletas horneadas (Figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20). Por lo cual mediante el presente estudio se demostró que sólo es posible sustituir un máximo de 30% del peso de harina de trigo por Músculo de Pescado en la formulación base de galletas horneadas, obteniendo así efectos positivos en la sumatoria de AAE y en la relación de éstos con su respectivo patrón FAO-OMS/1985, tanto en la masa formulada como en las galletas horneadas; sólo la Valina demostró la tendencia a seguir incrementándose (Figura 20).

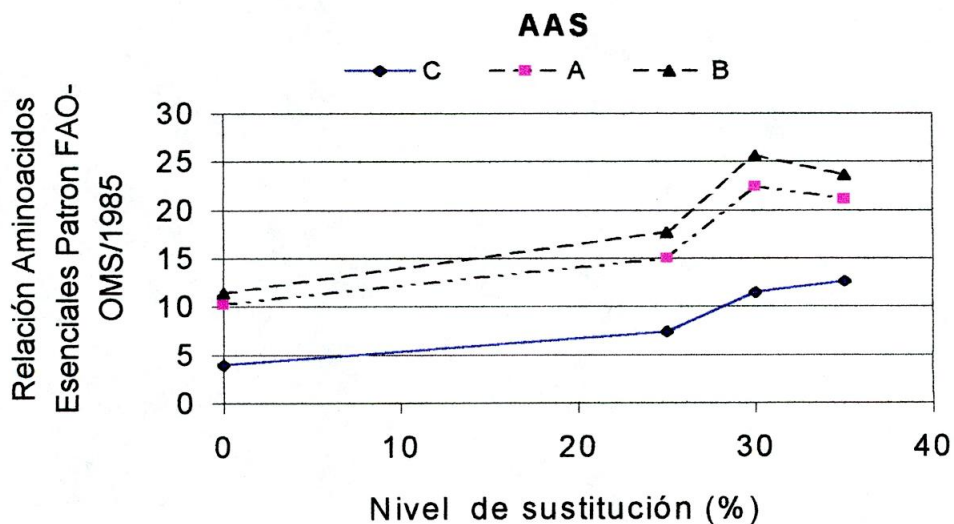


**Figura 15. Variación de la relación Isoleucina/Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado**

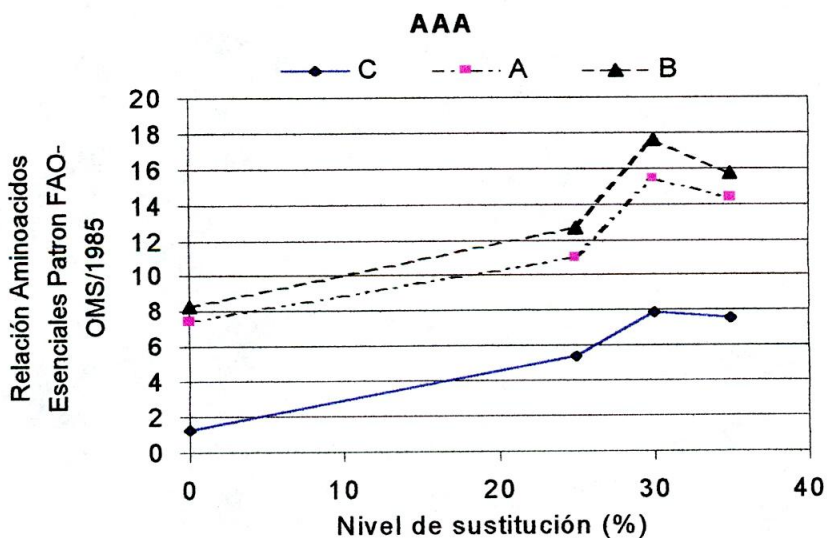


**Figura 16. Variación de la relación Isoleucina/Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado**

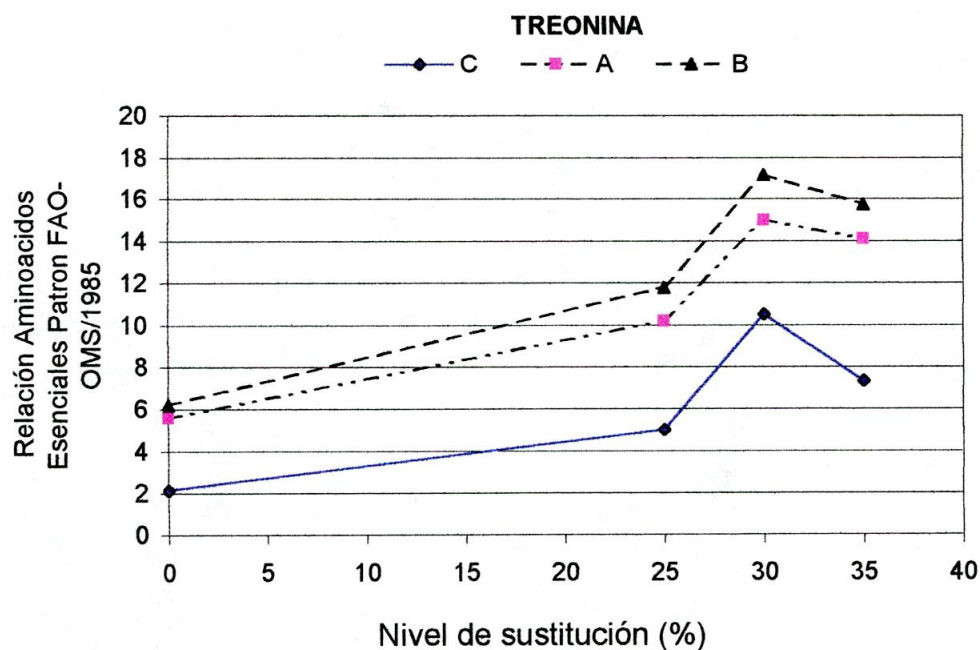




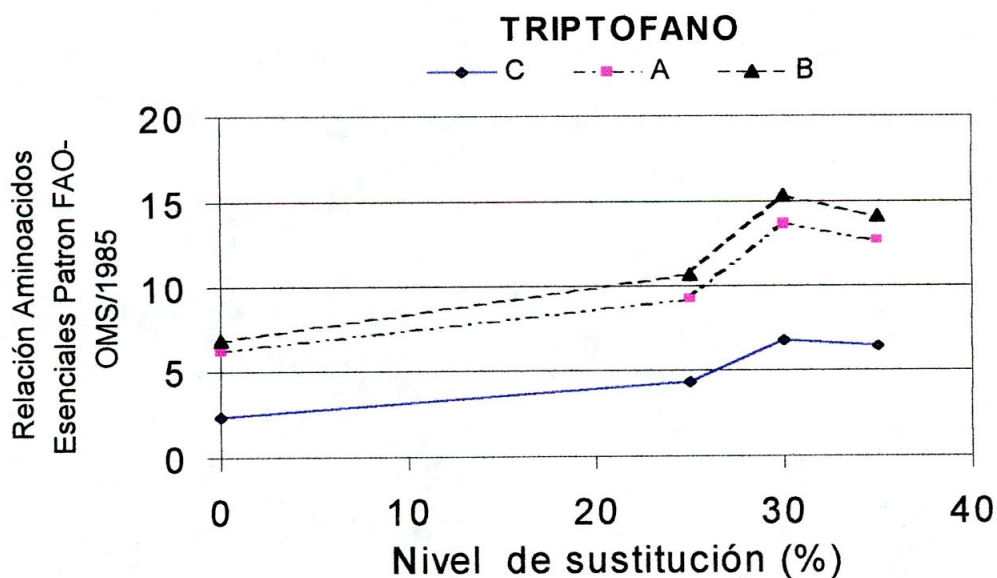
**Figura 17. Variación de la relación Aminoácidos Azufrados (AAS) /Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado**



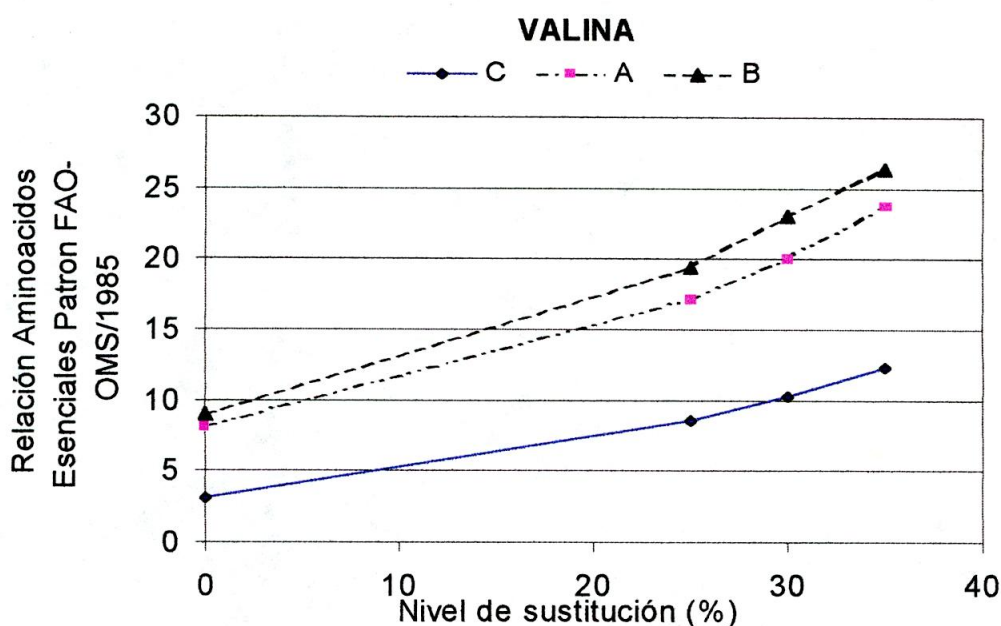
**Figura 18. Variación de la relación Aminoácidos Aromáticos (AAA)/Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado**



**Figura 19. Variación de la relación Treonina /Patrón FAO-OMS en función del nivel de sustitución por músculo de pescado**



**Figura 20. Variación de la relación Triptófano /Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado**



**Figura 21. Variación de la relación Valina/Patrón FAO-OMS/1985 en función del nivel de sustitución por músculo de pescado**

### 9.2.8 Análisis microbiológicos

Estos análisis se realizaron en la división de Laboratorio Microbiológico de los Servicios de Salud del Magdalena, especialmente en las tres formulaciones, cuyos resultados se presentan en la Tabla 18.

Los tres tipos de galletas horneadas con pulpa de pescado dieron resultados negativos para la presencia de *Salmonella* que normalmente contamina al pescado durante el manipuleo, proliferando rápidamente. La ausencia de Salmonella indica adecuada asepsia .



**Tabla 18. Análisis microbiológico de galletas fortificadas con músculo de pescado**

Microorganismos	Formulación 1 (25%)	Formulación 2 (30%)	Formulación 3 (35%)
Mesófilos (UFC/g)	30	30	30
Coliformes Totales (NMP )	< 3	< 3	< 3
Coliformes Fecales (NMP )	< 3	< 3	< 3
Hongos y Levaduras (UFC/g)	120	70	10
<i>Staphylococcus coagulasa</i> positivo (UFC/g)	< 100	< 100	< 100
<i>Salmonella</i> (UFC/g)	-	-	-

Fuente: Los autores

El Número Más Probable (NMP) de Coliformes Totales y Fecales determinado en las tres formulaciones fueron menores a 3 UFC/g encontrándose dentro de los límites permisibles recomendados por las normas de ICONTEC (< 100 UFC/g) no representando peligro alguno para el consumo humano.

El recuento de Mesofilos fue igual a 30UFC/g en todas las formulaciones el cual se encuentra dentro de las normas recomendadas por ICONTEC ( $10^4$  UFC/g)

El recuento de *Staphylococcus coagulasa* fue menor a 100 UFC/g en todas las muestras de las diferentes formulaciones, muy por debajo de los límites máximos exigidos por las normas ICONTEC y la ICMSF (1000-2000 UFC/g)

El recuento de hongos y levaduras fue igual a 120 UFC/g, en la formulación 1; 70 UFC/g, formulación 2 y 10 UFC/g, en la formulación 3; valores que están dentro de los límites permisibles ( $10^3$  UFC/g).

### **9.3 PRUEBA DE DEGUSTACION DE LAS GALLETAS FORTIFICADAS CON MÚSCULO DE PESCADO.**

De todas las escalas y métodos, la escala de nueve puntos llamada Escala Hedónica ocupa un lugar importante en términos de su aplicabilidad en la medición de la aceptación o preferencia de productos alimenticios. Usada originalmente para alimentos militares consiste en el establecimiento de niveles de aceptación.

En la actualidad estos valores y respuestas están estandarizados desde el nivel extremadamente desagradable hasta el extremadamente agradable (Figura 22. )

Para llevar a cabo esta prueba, se conformó un panel de 20 estudiantes del programa de Biología de la Universidad del Magdalena., a los cuales se les proporcionaron la muestra de las galletas formuladas con Músculo de Pescado.

Número. _____ Código. _____ Fecha. _____	
Seleccione el término que mejor refleje su aceptación o disgusto por el producto.	
<b>1 Extremadamente agradable</b>	<input type="checkbox"/>
<b>2 Muy agradable</b>	<input type="checkbox"/>
<b>3 Moderadamente agradable</b>	<input type="checkbox"/>
<b>4 Ligeramente agradable</b>	<input type="checkbox"/>
<b>5 Indiferente</b>	<input type="checkbox"/>
<b>6 Ligeramente desagradable</b>	<input type="checkbox"/>
<b>7 Moderadamente desagradable</b>	<input type="checkbox"/>
<b>8 Muy desagradable</b>	<input type="checkbox"/>
<b>9 Extremadamente desagradable</b>	<input type="checkbox"/>

**Figura 22. Formato para el Test Hedónico engalletas horneadas**

Cada uno de los sujetos colocó una puntuación con base en la escala presentada en la figura 22, cuyos resultados aparecen en la Tabla 20.

A partir de los resultados obtenidos se seleccionaron aquellas categorías que fueron marcadas por lo menos una vez por los sujetos,



tabulándose en una Tabla de doble entrada para ser usada en los cálculos del valor de CHI CUADRADO, en donde el valor reflejado por el sujeto es considerado como Observado; y el esperado para cada ítem se determinó por medio de la fórmula (Scheifer, 1985):

Valor esperado (Vaes) = No. De Obser x No. de Obsvs/Σ de Obsvs

Valor Observado (Vabs) = Valor reflejado por el sujeto

$$X^2 = \frac{(Vabs - Vaes)^2}{Vaes}$$

**Tabla 19. Códigos establecidos para la prueba Hedonica**

<b>Código</b>	<b>Actitud en la escala Hedonica</b>
1	Desagrado extremadamente
2	Desagrado mucho
3	Desagrado moderado
4	Desagrado ligero
5	Indiferente
6	Agrado ligeramente
7	Agrado moderado
8	Agrado mucho
9	Agrado extremadamente

Fuente: Stone, 1985

**Tabla 20. Resultados de degustación de galletas horneadas formuladas y elaboradas con músculo de pescado**

<b>Escala Hedónica</b>	<b>Formulación 1</b>	<b>Formulación 2</b>	<b>Formulación 3</b>	<b>Total</b>
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	2	1	3
5	1	1	1	3
6	4	4	1	9
7	7	0	5	12
8	6	11	9	26
9	2	2	3	7
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>60</b>

Fuente: Los autores

**Tabla 21. Contraste según el  $X^2$  de las Puntuaciones obtenidas en las pruebas de degustación**

		<b>Agrado extremo</b>	<b>Agrado Mucho</b>	<b>Agrado Moderado</b>	<b>Agrado Ligeramente</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Desagrado Ligero</b>	<b>Total</b>
<b>Σ Formulación</b>	1	1.6/2	8.6/6	4/7	3/4	1/1	1/0	20
	2	1.6/2	8.6/11	4/0	3/4	1/1	1/2	20
	3	1.6/3	8.6/9	4/5	3/1	1/1	1/1	20
		(7)	(26)	(12)	(9)	(3)	(3)	60

Fuente: Los autores

$$\chi_1^2 = (2-1.6)^2 / 1.6 + (2-1.6)^2 / 1.6 + (3-1.6)^2 / 1.6 = 1.425$$

$$x_2^2 = (6-8.6)^2 / 8.6 + (11-8.6)^2 / 8.6 + (9-8.6)^2 / 8.6 = 1.474$$

$$x_3^2 = 6.5$$

$$x_4^2 = 2$$

$$x_5^2 = 0$$

$$x_6^2 = 2$$

$$\Sigma X^2 = 13.39 < 18.307 \alpha 5\% \text{ (Scheifer, 1985)}$$

Al comparar el  $X^2$  calculado con  $X^2$  tabulado, con  $\alpha$  igual 5% de error, se determinó que no existe diferencia significativa entre los resultados de la degustación de las diversas galletas horneadas; por lo tanto, los niveles de sustitución de pulpa de pescado no influyeron en el sabor y grado de aceptación en ellas por parte de las personas degustadoras .



## 10 ANÁLISIS DEL SISTEMA HACCP APLICADO DURANTE EL PROCESO

Se determinaron los diferentes puntos críticos durante las fases de elaboración de las galletas horneadas según el sistema de análisis de riesgo por punto críticos de control (Figura 23).

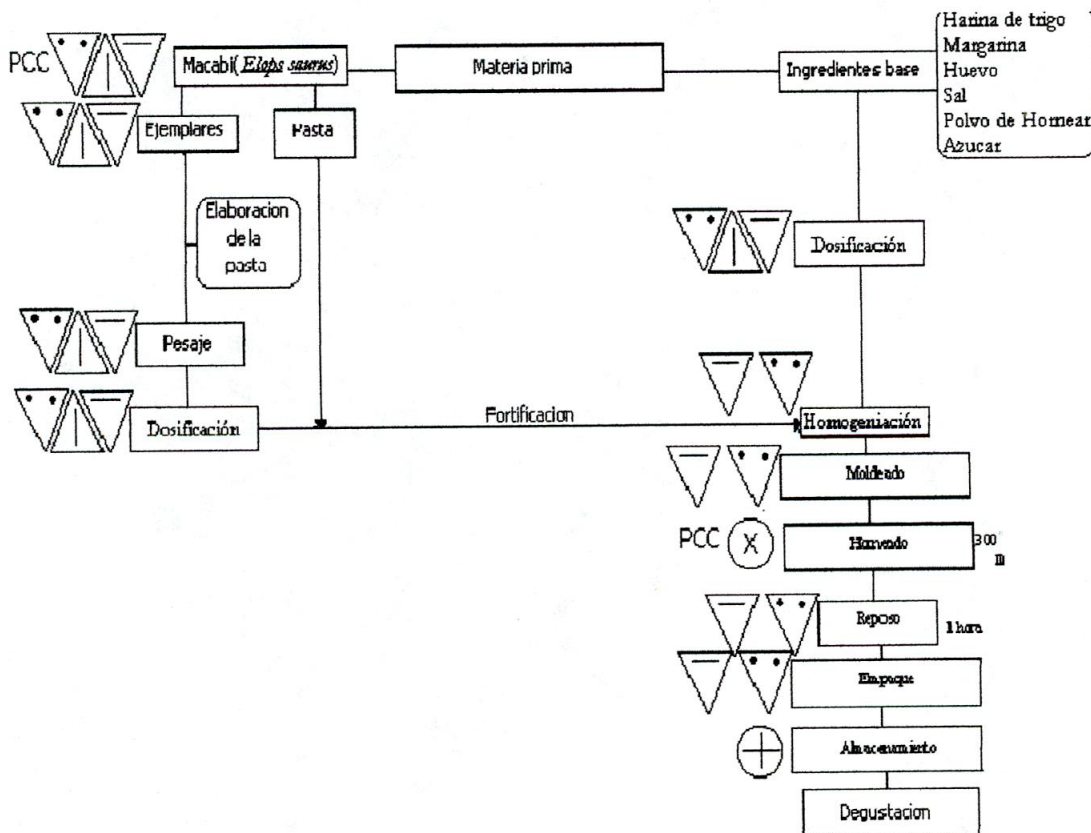


Figura 23. Puntos de control críticos en la fabricación de las galletas fortificadas con músculo de pescado

### **10.1.1 Materia prima, equipos y utensilios:**

La materia prima se considera un punto crítico de control porque el origen o procedencia de la materia prima no es del control de los procesadores, de tal manera que si aquélla es defectuosa no existe una etapa posterior durante la elaboración de las galletas horneadas en donde se pueda evitar el problema.

Por otra lado, es necesario, antes de comenzar las labores, limpiar y desinfectar los equipos, utensilio, sitios y personal de trabajo, así como también asegurar la destrucción de microorganismos por desinfección, estas operaciones se consideran un Punto Crítico de Control, ya que una inadecuada asepsia ocasionaría la obtención de un alimento contaminado.

### **10.1.2 Horneado**

Durante esta fase, gran parte de los posibles riesgos microbiológicos son llevados a niveles aceptables, asegurando la destrucción térmica de los microorganismos al someter el alimento a altas temperaturas. Si no diseñan los controles adecuados en esta operación se pueden generar problemas irreversibles que repercutirían en la calidad proteica y sanitaria del producto terminado. De un buen horneado, dependerá el valor nutricional del alimento. El excesivo horneado causa quemaduras o empardeamiento no enzimático y también problema en la textura y

croacididad; el bajo horneado afectará la actividad acuosa por lo cual pronto aparecerá un pronto deterioro de las galletas, lo cual no es corregible en fases posteriores.

### **10.1.3 Reposo**

Se realiza al medio ambiente, lo que puede ocasionar una contaminación por polvo, insectos o suciedad en el aire. Es por ésto que las condiciones del sitio o lugar de reposo deben ser las más asépticas posibles, libres de insectos o animales portadores de microorganismos patógenos, mediante el cubrimiento de alimentos con mantas o cedazos y tener en cuenta el tiempo de reposo.

### **10.1.4 Empaque**

La asepsia deficiente durante esta fase puede causar la multiplicación de microorganismos debido a la contaminación por personas y equipo, los materiales o empaque utilizados deben ser de tal característica que se puedan emplear según las disposiciones de los organismos de salud competentes.

### **10.1.5 Almacenamiento**

Durante el almacenamiento del producto se pueden presentar multiplicación de microorganismos por temperatura y valores de humedad relativa inestables u otros factores ocasionando deterioro del



alimento; es decir, redundando este factor en su calidad higiénico-sanitaria.

Con la aplicación de los principios del sistema HACCP se determinó que el PCC de menor riesgo es el horneado, haciéndolo de especial interés ya que esta dentro de la posibilidad de control del fabricante, pues en este punto se garantiza que con una buena monitorización y control en tiempo de cocción se obtendrá un producto apto y con buena calidad sanitaria.

## **10.2 PRUEBA DE ANAQUEL**

Las pruebas de anaquel mostraron que la calidad del producto se mantenía estable durante seis semanas, sin deterioro apreciable. No obstante, a veces evolucionó cierto olor a pescado al abrir las bolsas en las que estaba almacenado, aunque durante el análisis sensorial no fue percibido dicho olor por los panelistas.

## 11 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción de cada tipo de galleta fueron formulados para la galleta individual con base en los precios de los ingredientes alimenticios utilizados. Se procedió a la elaboración del respectivo estudio de costos encontrándose los siguientes resultados.

La relación de los diferentes costos efectuados en la elaboración de las galletas formuladas con 25% de pulpa de pescado se observa en la siguiente Tabla 22.

**Tabla 22. Costos variables de producción para una galleta con sustitución de 25% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.**

Concepto	Unidad de		Costo	Costo
	Compra	Cantidad	unitario (\$)	total (\$)
Pulpa de pescado	g	7.14	2.8	20.00
Harina de Trigo	g	21.4	0.62	13.26
Azúcar	g	7.14	0.88	6.28
Huevos	g	1.78	2.4	27
Polvo para hornear	g	0.14	3	0.42

Margarina	g	7.14	1.85	13.20
Total de materia prima		44.74		80.16
Otros costos variables				
Mano de obra			18.125	
Transporte			18.095	
Total costos variables			93.65	

**Tabla 23 Costos fijos de producción para una galleta con sustitución de 25% de pulpa de músculo de pescado**

Costos fijos	
Depreciación maquinaria	15.04
Combustible (Gas)	15.26
Total costos fijos	30.3

Fuente: Los autores

Total de costo por galleta =  $C_v + C_f$

Total de costos por galletas \$ 123.95

Fuente: Los autores



La relación de los diferentes costos efectuados en la elaboración de las galletas formuladas con 30% de pulpa de pescado se observa en la siguiente Tabla.

**Tabla 24. Costos variables de producción para una galleta con sustitución de 30% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.**

<b>Concepto</b>	<b>Unidad de</b>		<b>Costo</b>	<b>Costo</b>
	<b>Compra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>unitario</b>	<b>total</b>
			<b>(\$)</b>	<b>(\$)</b>
Pulpa de pescado	g	9.32	2.8	26.06
Harina de Trigo	g	21.53	.62	13.34
Azúcar	g	7.14	0.88	6.28
Huevos	g	1.78	2.4	4.27
Polvo para hornear	g	0.14	3	0.42
Margarina	g	7.14	1.85	13.20
Total de materia prima		47.05		63.57
Otros costos variables				
Mano de obra			18.125	
Transporte			18.095	
Total costos variables			99.89	

**Tabla 25 Costos fijos de producción para una galleta con sustitución de 30% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.**

Costos fijos	
Depreciación maquinaria	15.04
Combustible (Gas)	15.26
Total costos fijos	30.3

Total de costo por galleta =  $C_v + C_f$

Total de costos por galletas     \$ 130.19

Fuente: Los autores

**Tabla 26 Costos variables de producción para una galleta con on sustitución de 35% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.**

Concepto	Unidad		Costo	Costo
	de		unitario	total
	Compra	Cantidad	(\$)	(\$)
Pulpa de pescado	g	10.76	2.8	30.128
Harina de Trigo	g	20	.62	12.4
Azúcar	g	7.14	0.88	6.28
Huevos	g	1.78	2.4	4.27
Polvo para hornear	g	0.14	3	.42
Margarina	g	7.14	1.85	13.20

Total de materia prima	46.96	66.698
<hr/>		
Otros costos variables		
Mano de obra		18.125
Transporte		18.095
Total costos variables		94.73

**Tabla 27 Costos fijos de producción para una galleta con sustitución de 35% de Harina de Trigo por pulpa de pescado.**

Costos fijos	
Depreciación maquinaria	15.04
Combustible (Gas)	15.26
Total costos fijos	30.3

Total de costo por galleta =  $C_v + C_f$

Total de costos por galletas      \$ 133.21

Fuente: Los autores

La relación de los diferentes costos efectuados en la elaboración de las galletas formuladas con 35% de pulpa de pescado se observa en la siguiente Tabla.



**Tabla 28 Costos variables de producción para una galleta elaborada con la formulación base**

<b>Concepto</b>	<b>Unidad de Compra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Harina de Trigo	g	30	.62	18.60
Azúcar	g	7.14	0.88	6.28
Huevos	g	1.78	2.4	4.27
Polvo para hornear	g	0.14	3	0.42
Margarina	g	7.14	1.85	13.20
Total de materia prima		46.2		42.77
<b>Otros costos variables</b>				
Mano de obra			18.125	
Transporte			18.095	
Total costos variables			94.73	

**Tabla 29. Costos fijos de producción para una galleta elaborada con la formulación base**

<b>Costos fijos</b>	
Depreciación maquinaria	15.04
Combustible (Gas)	15.26

Total costos fijos	30.3
--------------------	------

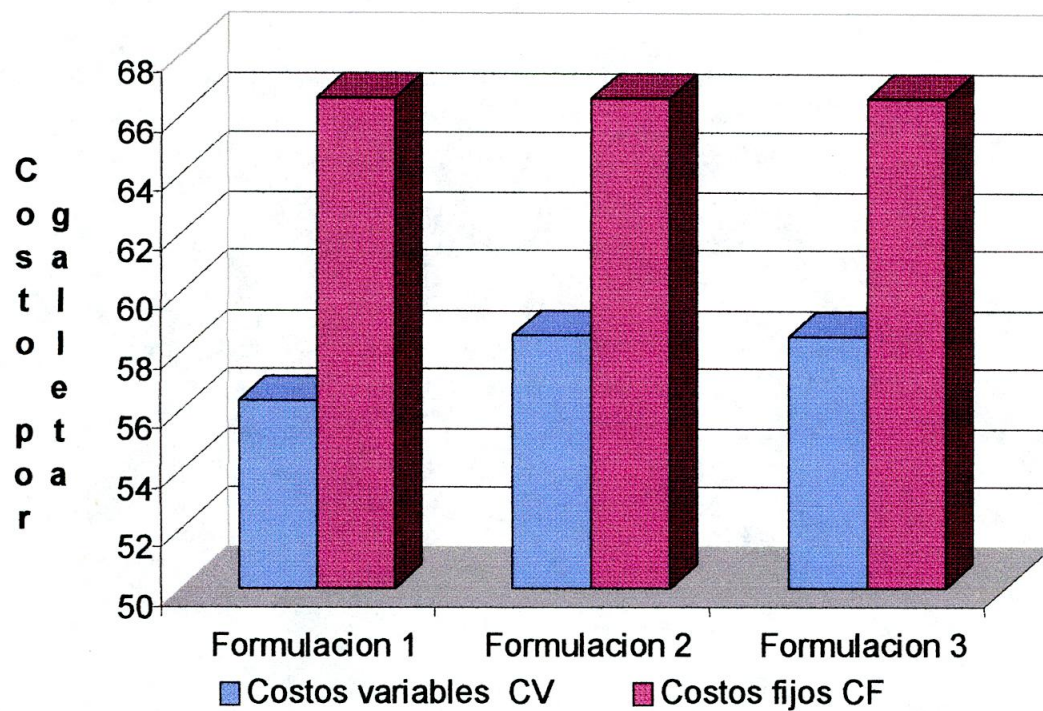
Total de costo por galleta =  $C_v + C_f$

Total de costos por galletas      \$ 109.29

Fuente: Los autores

En las tablas anteriores se presenta la información sobre el estudio de costos de las galletas sustituidas con músculo de pescado de 25, 30 y 35% arrojando precios de producción unitaria de 123.90, 130.01 y 133.2 respectivamente y las tablas 22 y 23 muestra el estudio de costo de la galleta no fortificada arrojando el valor de 109.2 para esta. Las tablas 16 a 21 nos muestran una diferencia no muy significativa de acuerdo al costo unitario. Aunque al compararla con el costo de producción de las galletas no fortificadas se observó una diferencia apreciable en este aspecto, justificada sin embargo desde el punto de vista nutricional ya que se encontró que el porcentaje proteico se alcanza a triplicar con respecto a la formulación no fortificada.

En la figura 15 se observa una comparación entre los costos fijos y variables de las galletas sustituidas.



**Figura 24. Comparación entre costos variables y costos fijos en las tres formulaciones**



## 12 CONCLUSIONES

El trabajo realizado demuestra la factibilidad de elaborar galletas sustituyendo niveles de Harina de Trigo por Pulpa de pescado.

La pulpa de Macabí *Elops saurus* muestra condiciones optimas para agregarla a productos panificados, ya que no se generan olor ni sabor fuerte; además de ser altamente manejable durante el proceso.

Los niveles de sustitución ensayados influyeron mínimamente en la formación y manejo de la masa, comprobándose que a mayor cantidad de pulpa de pescado mas complicado es el manejo de la masa.

Los niveles de sustitución influyeron en las características físicas de las galletas (grosor y peso), determinándose en la formulación base grosor y peso promedios iguales a 4.00 mm y 35 g, respectivamente. En las formulación con 25%, 30% y 35% de sustitución, se hallaron grosores y pesos promedios iguales a 3.80 mm, 43 g; 3.70 mm , 45 g; 3.80 mm y 47 g, respectivamente.

Al sustituir por cantidades mayores al 35% en la elaboración de galletas, los productos finales presentaron manejos y condiciones organolépticas desfavorables.

Se logró elaborar galletas sustituyendo Harina de Trigo por músculo de pescado Macabí *Elops saurus* en un 25, 30 y 35% resultando niveles de proteínas iguales a 10.00 ,12.00 y 18.00 %, respectivamente.

Los niveles de Proteínas en las galletas horneadas se incrementaron al comparar los valores determinados en la formulación Base, (5.12%) con los obtenidos en las formulaciones sustituidas de 25% (10.30%), 30% (12.00%) y 35% (18.00%).

La formulación con 30% de sustitución de Harina de Trigo por pulpa de pescado es la mas conveniente desde el punto de vista dietético ya que del 100% de los calorías aportadas por ella, sólo el 11.98% de las calorías provienen de la grasa presente (El limite recomendado es menor al 30%).

Las relaciones aminocídicas de las formulaciones con sustitución de la Harina de Trigo por pulpa de pescado, mejoraron al compararlas con la Relación aminocídica de la formulación Base.

Los AAE presentes en las formulaciones ensayadas presentaron pico máximo en la formulación con 30% de sustitución de Harina de Trigo por pulpa de Pescado, exceptuando el caso de la Valina que continuo con la tendencia de seguir incrementándose.

La relación Leucina/Isoleucina mejoró a medida que se aumentó la sustitución de Harina de Trigo por pulpa de pescado en las formulaciones ensayadas.

Los análisis microbiológicos determinaron que las galletas suplementadas presentan una carga de microorganismos permisible, lo que las hace aptas para el consumo humano.

Aplicando el Test Hedónico se determinó que no existe diferencia estadística significativa alguna entre los olores y sabores de las formulaciones ensayadas, por lo que es razonable concluir que las formulaciones no influyeron en el grado de aceptación de los panelistas.

Las pruebas de anaquel demostraron que la calidad del producto se mantuvo durante las seis semanas del ensayo, presentando características típicas de galletas de excelente presentación, lo cual puede ser debido a bajo contenido de humedad.



Los costos de producción por galleta son directamente proporcionales al grado de sustitución: formulación base, \$109.20; formulación con 25% de sustitución, \$123.90 y en las formulaciones con 30% y 35% se obtuvieron costos de producción iguales a \$130.01 y \$133.20, respectivamente.

Se concluyó que los puntos críticos de control PCC más relevantes durante la elaboración de galletas son: Obtención de materia prima y horneado, puesto que cualquier defecto en algunas de estas etapas sería imposible de corregir en una fase posterior.

### **13 RECOMENDACIONES**

Estudiar las características físicas y físicoquímicas de especies icticas marginales de la zona para establecer comportamientos similares o mejores en cuanto a textura, elasticidad y rendimiento.

Ensayar otros aditivos alimenticios que permitan alcanzar un mayor grado de enmascaramiento del olor y sabor a pescado en las galletas formuladas, con el fin de lograr formulaciones con mayores niveles de sustitución de harina de trigo por Materiales pesqueros.

Se recomienda la formulación con sustitución del 30% de Harina de Trigo por pulpa de pescado ya que mostró mayor calidad nutricional en comparación a la realizada con el 35%.

En lo posible no sustituir con niveles de pulpa de pescado mayores al 35% con respecto a la Harina de Trigo, porque se pueden presentar condiciones organolépticas desfavorables.

Ensayar la sustitución de la Harina de Trigo con músculo de pescado en otros tipos de alimentos susceptibles de ser mejoradas nutricionalmente (tales como pastas alimenticias y productos panificados).



## **BIBLIOGRAFIA**

BERTULLO. V. Tecnología de los productos y subproductos de pescado, molusco y crustáceo, Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur, 1975.

BOSTOCK Galletas enriquecidas con proteína de pescado, Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador, (1985).

CERVIGON. F. Los peces marinos de Venezuela. Vol.I,II,III; Ed. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela. 1993.

CORVACHO. R. ET al . Elaboración de queso de pescado a partir de carne de Tiburón (Orden Lamniformes), Tesis de Ingeniero Pesquero. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena. Facultad de Ingeniería Pesquera. 1986.

EDDIE, G. C. Tutela y fomento de la venta al por menor de productos perecederos.

GIANOLA, G, La industria moderna de galletas y pastelería. 3era edición. Parninfo S.A. Madrid, España 1985.

HELEN, Charley. Tecnología de la alimentos, procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Ed. Limusa, Mexico, Mexico. 1983.

HERBERT, S. y LOEL, L..Sensory Evaluation Practices. United Kindg Publish, Orlando. Estados Unidos,1985.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS TECNICAS; Presentación y elaboración de trabajos y tesis de Grado. Edición actualizada. Santa fe de Bogotá 1997.

LACERA, RÚA ARMANDO. Fortificación de azúcar con vitamina "A" proveniente de aceite de Hígado de Tiburón para alimentación humana, En: Rev Ing. Pesq. Santa Marta Colombia: 11 (1-2): 13-45 en Diciembre de 1991.

MACEDO, R. Sustitución de Harina de Trigo por harina de Kiwicha (Amaranthus caudatus) en las elaboración de galletas, Universidad Nacional de la Molina , Lima, Perú, (1990).

MADERO, W; Granados S. Deshidratación de camarón Penneus sp tipo snack para consumo directo, 1996. Tesis de Ingeniero Pesquero. Santa

Marta, Universidad del Magdalena. Faculta de Ingeniería Pesquera. 1997.

MANLEY, I. R.D. Tecnología de la Industria Galletera. Ed. Acribia, Zaragoza, España. 1985.

PROGRAMA DE COOPERACION TECNICA INTERNACIONAL.  
Proyecto integral de investigaciones y desarrollo de la pesca artesanal marítima en el área de Santa Marta. Magdalena Colombia. INPA - CIID - UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA. 1993. 324 p.

ROMERO, Jairo. Puntos críticos de control. Corporación Colombiana Internacional. Santa Fe de Bogotá. 1996. 142 p.

SCHEFIER. W. Bioestadística, Editorial Fondo Educativo Interamericano ISBN968-50-0073-5. México, 1985.

SOTO, L Niveles de sustitución de Harina de Trigo por harina de lupino (Lupinus mutabilis) para la elaboración de galletas, universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú, (1993)

STONE, H; SIDEL, I. L. Sensor evaluation practices. Ed. Academic Press, Inc. New York, E.E.U.U. 1985.



WOOD . Producción experimental de galletas enriquecidas con pescados pelágicos, Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil Ecuador. (1988)

# ANEXOS

## **Anexo 1. Secuencia de cálculos para determinar el balance de masa durante la elaboración de las galletas con formulación base**

### **Humedad**

Harina:	$2000 \times 0.14 = 280.0 \text{ g}$
Margarina:	$1000 \times 0.195 = 195.0 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.73 = \underline{91.25 \text{ g}}$
Total	566.25 g

### **Grasa:**

Harina:	$2000 \times 0.01 = 20.0 \text{ g}$
Margarina:	$1000 \times 0.805 = 805.0 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.114 = \underline{14.25 \text{ g}}$
Total	839.25 g

### **Proteína**

Harina:	$2000 \times 0.12 = 240.5 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.132 = \underline{16.5 \text{ g}}$
Total	257.0 g

### **Sólidos**

Harina:	$2000 \times 0.755 = 1510.0 \text{ g}$
Sal:	$0.4 \times 1.00 = 0.4 \text{ g}$
Azúcar:	$1000 \times 1.00 = 1000 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.024 = 3 \text{ g}$
Polvo para Hornear:	$10 \times 1.00 = \underline{10 \text{ g}}$
Total	2523.4 g

### **Composición proximal de la galleta:**

**Humedad**  $566.25 / 4139 \times 100 = 13.6$

**Grasa**  $839.25 / 4139 \times 100 = 20.27$

**Proteína**  $257.0 / 4139 \times 100 = 6.20$

**Sólidos**  $2523.4 / 4139 \times 100 = 60.09$



## **Anexo 2. Secuencia de calculo para determinar el balance de masa durante la elaboración de la galletas sustituidas con 25% de pulpa de pescado**

Humedad

Harina:	$1500 \times 0.14 = 210.0 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$500 \times 0.72 = 360.0 \text{ g}$
Margarina:	$1000 \times 0.195 = 195.0 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.73 = \underline{91.25 \text{ g}}$
Total	856.25 g

Grasa:

Harina:	$1500 \times 0.01 = 15.0 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$500 \times 0.10 = 50.0 \text{ g}$
Margarina:	$1000 \times 0.805 = 805.0 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.114 = \underline{14.25 \text{ g}}$
Total	884.25 g

Proteína

Harina:	$1500 \times 0.095 = 142.5 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$500 \times 0.11 = 55 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.132 = \underline{16.5 \text{ g}}$
Total	214.0 g

Sólidos

Harina:	$1500 \times 0.755 = 1132.59 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$500 \times 0.08 = 40 \text{ g}$
Sal:	$0.4 \times 1.00 = 0.4 \text{ g}$
Azúcar:	$1000 \times 1.00 = 1000 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.024 = 3 \text{ g}$
Polvo para Hornear:	$10 \times 1.00 = \underline{10 \text{ g}}$
Total	2186.0 g

**Composición proximal de la galleta:**  
**Humedad**  $856.25 / 4139 \times 100 = 20.68$   
**Grasa**  $884.25 / 4139 \times 100 = 21.36$   
**Proteína**  $214.0 / 4139 \times 100 = 5.11$   
**Sólidos**  $2186.0 / 4139 \times 100 = 52.8$

### **Anexo 3. Secuencia de calculo para determinar el balance de masa durante la elaboración de las galletas sustituidas con 30% de pulpa de pescado**

Humedad

Harina:	$1400 \times 0.14 = 196.0 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$600 \times 0.72 = 4320 \text{ g}$
Margarina:	$1000 \times 0.195 = 195.0 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.73 = \underline{91.25 \text{ g}}$
Total	914.25 g

Grasa

Harina:	$1400 \times 0.01 = 14.0 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$600 \times 0.10 = 60.0 \text{ g}$
Margarina:	$500 \times 0.805 = 402.5 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.114 = \underline{14.25 \text{ g}}$
Total	490.75 g

Proteína:

Harina:	$1400 \times 0.012 = 168.0 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$600 \times 0.18 = 108.0 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.132 = \underline{16.50 \text{ g}}$
Total	292.25 g

Sólidos

Harina:	$1400 \times 0.755 = 1057.0 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$600 \times 0.08 = 48.0 \text{ g}$
Sal:	$4 \times 1.00 = 4.0 \text{ g}$
Azúcar:	$500 \times 1.00 = 500 \text{ g}$
Huevo:	$25 \times 0.024 = 3 \text{ g}$
Polvo para Hornear:	$10 \times 1.00 = \underline{10 \text{ g}}$
Total	1622.0 g,

**Composición proximal de la galleta:**  
**Humedad**  $914.25 / 4139 \times 100 = 22.08 \text{ g}$   
**Grasa**  $490.75 / 4139 \times 100 = 11.85 \text{ g}$   
**Proteína**  $292.25 / 4139 \times 100 = 7.06$   
**Sólidos**  $1622.5 / 4139 \times 100 = 39.18 \text{ g}$

#### **Anexo 4. Secuencia de calculo para determinar el balance de masa durante la elaboración de las galletas sustituidas con 35% de pulpa de pescado**

Humedad

Harina:	$1300 \times 0.14 = 182.0 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$700 \times 0.72 = 504.0 \text{ g}$
Margarina:	$1000 \times 0.195 = 195.0 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.73 = \underline{91.25 \text{ g}}$
Total	972.5 g

Grasa

Harina:	$1300 \times 0.01 = 13.0 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$700 \times 0.10 = 70.0 \text{ g}$
Margarina:	$500 \times 0.805 = 402.5 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.114 = \underline{14.25 \text{ g}}$
Total	499.75 g

Proteína:

Harina:	$1300 \times 0.12 = 156.0 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$700 \times 0.18 = 126.0 \text{ g}$
Huevo:	$125 \times 0.132 = \underline{16.50 \text{ g}}$
Total	298.5 g

Sólidos

Harina:	$1300 \times 0.755 = 981.50 \text{ g}$
Pulpa de pescado:	$700 \times 0.08 = 56 \text{ g}$
Sal:	$4 \times 1.00 = 4.0 \text{ g}$
Azúcar:	$500 \times 1.00 = 500 \text{ g}$
Huevo:	$25 \times 0.024 = 3 \text{ g}$
Polvo para Hornear:	$10 \times 1.00 = \underline{10 \text{ g}}$
Total	1554.50 g,

**Composición proximal de la galleta:**  
**Humedad**  $97.25 / 4139 \times 100 = 23.49 \text{ g}$   
**Grasa**  $499.75 / 4139 \times 100 = 12.07 \text{ g}$   
**Proteína**  $298.5 / 4139 \times 100 = 7.21 \text{ g}$   
**Sólidos**  $1554.5 / 4139 \times 100 = 37.55 \text{ g}$



**Anexo 5. Formulario para la degustación de galletas horneadas  
sustituídas con pulpa de pescado, según el Test Hedónico**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Pesquera

**Formulario para prueba de aceptación de las galletas fortificadas con  
pulpa de pescado según el Test Hedónico**

FORMULACIÓN PUNTAJE	1	2	3
Le agrado extremadamente			
Le agrado moderadamente			
Le agrado ligeramente			
Le agrado indiferente			
Le desagrado extremadamente			
Le desagrado moderadamente			
Le desagrado ligeramente			

Favor marcar con (X) una sola opción por formulación

## Anexo 6. Símbolos empleados en el sistema de control de puntos críticos de riesgos HACCP

	<b>ETAPA DE PROCESO</b>
	<b>ETAPA NO SIEMPRE EFECTUADA</b>
	<b>DIRECCION DE FLUJO</b>
	<b>POSIBLE CONTAMINACION DE MATERIAS PRIMAS</b>
	<b>POSIBLE CONTAMINACION POR EQUIPOS Y UTENSILIOS</b>
	<b>POSIBLE CONTAMINACION POR PERSONAS</b>
	<b>POSIBLE CONTAMINACION AMBIENTAL</b>
	<b>SUPERVIVENCIA POSIBLE</b>
	<b>PROBABLE MULTIPLICACION DE MICROORGANISMOS</b>
	<b>MULTIPLICACION POCO PROBABLE</b>
	<b>DESTRUCCION TERMICA</b>
	<b>DESTRUCCION POR AGENTES DESINFECTANTES</b>
<b>V.S.</b>	<b>CELULAS VEGETATIVAS / ESPORAS</b>
<b>PCC</b>	<b>PUNTO CRITICO DE CONTROL</b>

